

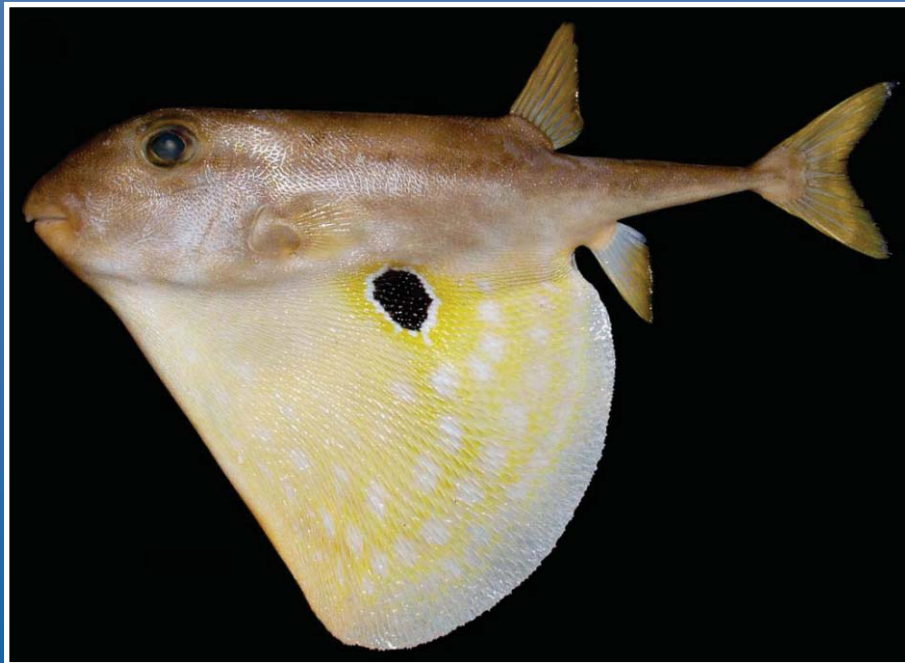
p ISSN 1693-0339

e ISSN 2579-8634

# Jurnal Iktiologi Indonesia

*(Indonesian Journal of Ichthyology)*

*Volume 20 Nomor 1 Februari 2020*



Diterbitkan oleh:

**Masyarakat Iktiologi Indonesia**

*(The Indonesian Ichthyological Society)*



# Jurnal Iktiologi Indonesia

p ISSN 1693-0339

e ISSN 2579-8634

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

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

Volume 20 Nomor 1 Februari 2020

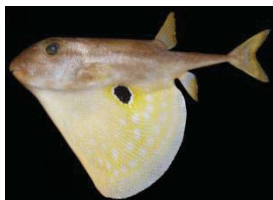
## Dewan Penyunting

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

### Alamat Dewan Penyunting:

Gd. Widyasatwaloka, Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI  
Jln. Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong 16911  
Laman: [jurnal-iktiologi.org](http://jurnal-iktiologi.org)  
Laman: [www.iktiologi-indonesia.org](http://www.iktiologi-indonesia.org)  
Surel: [iktiologi\\_indonesia@yahoo.co.id](mailto:iktiologi_indonesia@yahoo.co.id)

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



*Ikan buntal laut dalam langka Triodon macropterus* Lesson (1831)  
(Foto: Kunto Wibowo)

Percetakan: CV. Rajawali Corporation

## *Prakata*

Para penulis dan pembaca yang budiman, Kala *Jurnal Iktiologi Indonesia* nomor ini sampai di tangan anda, jauh terlambat daripada yang seharusnya yaitu Februari. Alasannya tidak lain dan tidak bukan adalah kegiatan semua terhambat oleh covid 19. Draft sebenarnya sudah siap untuk dicetak pada akhir Februari 2020. Marilah kita masuki tahun 2020 ini dengan rasa prihatin.

Nomor ini dibuka dengan tulisan tentang kandungan mikroplastik yang terdapat pada empat jenis ikan ekonomis penting di perairan selat Bali yang ditulis oleh Yona *et al.* Masih terkait dengan Selat Bali, Oktaviyani *et al.* melaporkan tentang komposisi spesies dan distribusi ikan hiu dan pari yang tertangkap di selat ini. Wibowo *et al.* menyampaikan catatan distribusi ikan buntal laut dalam langka *Triodon macropterus* dari Laut Maluku dan Laut Sawu

Dalam nomor ini terdapat tiga tulisan yang terkait dengan ikan budi daya. Yang

pertama Syahril *et al.* menuliskan tentang tetraploidisasi kejut suhu dingin pada ikan patin siam. Yang kedua, Teduh *et al.* menguraikan tentang produksi albino slayer melalui kombinasi persilangan pada ikan hias *brushmouth*. Yang ketiga, Hirnawati *et al.* mengevaluasi kualitas warna dan aktivitas antioksidan yuwana ikan botia dengan penambahan astaksantin dalam pakan.

Dua tulisan terakhir mengutarakan tentang reproduksi ikan ekor pedang di Danau Tamblingan, Bali oleh Parawangsa *et al.* ; dan tentang pengangkutan sistem tertutup, pemeliharaan, dan pengamatan telur *Oryzias javanicus* yang ditulis oleh Herjayanto *et al.*

Selamat membaca delapan artikel yang dimuat dalam jurnal kita nomor ini. Semoga mendapat manfaat.

Penyunting



## Kandungan mikroplastik pada empat jenis ikan ekonomis penting di perairan Selat Bali

[Microplastics abundance in four different species of commercial fishes in Bali Strait]

Dara Sarasita<sup>1</sup>, Agung Yunanto<sup>2</sup>, dan Defri Yona<sup>1,3</sup> ✉

<sup>1</sup> Program Studi Ilmu Kelautan, FPIK, Universitas Brawijaya  
Jalan Veteran no 2, Malang, Jawa Timur 65142  
*darasarasita@gmail.com*

<sup>2</sup> Balai Riset dan Observasi Laut  
Jalan Baru Perancak 82251, Negara, Jembrana, Bali  
*ag.yunanto@gmail.com*

<sup>3</sup> Marine Resources Exploration and Management (MEXMA) Research Group, Universitas Brawijaya  
Jalan Veteran no 2, Malang, Jawa Timur 65142  
*defri.yona@ub.ac.id*

Diterima: 28 Mei 2019; Disetujui: 02 Desember 2019

### Abstrak

Sampah plastik dalam lingkungan laut akan terdegradasi dalam waktu yang sangat lama hingga menjadi mikroplastik. Ukuran mikroplastik yang sangat kecil dapat termakan oleh ikan dan membahayakan tidak hanya bagi ikan tersebut namun juga bagi manusia yang mengonsumsinya. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis keberadaan mikroplastik pada empat ikan ekonomis penting di perairan Selat Bali yaitu ikan layur (*Trichiurus lepturus*), layang (*Decapterus russelli*), lemuru (*Sardinella lemuru*) dan kembung (*Rastrelliger kanagurta*). Sebanyak 30 ekor ikan setiap spesiesnya didapatkan dari hasil tangkapan nelayan di Perairan Selat Bali pada Bulan Mei 2018. Kandungan mikroplastik pada saluran pencernaan ikan diidentifikasi jenisnya secara visual dan dengan menggunakan mikroskop serta uji *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) dilakukan untuk mengetahui polimer dari partikel mikroplastik tersebut. Terdapat tiga jenis mikroplastik yang ditemukan (film, fiber, dan fragmen) pada empat spesies ikan tersebut dengan kelimpahan jenis dan kelimpahan total yang berbeda-beda. Kelimpahan total mikroplastik tertinggi ditemukan pada ikan lemuru ( $7,03 \pm 0,49$  partikel individu<sup>-1</sup>) diikuti oleh ikan kembung ( $5,03 \pm 0,50$  partikel individu<sup>-1</sup>), ikan layang ( $4,23 \pm 0,38$  partikel individu<sup>-1</sup>) dan ikan layur ( $3,83 \pm 0,50$  partikel individu<sup>-1</sup>). Hasil uji FTIR menunjukkan sampel mikroplastik yang ditemukan terdiri dari beberapa polimer seperti *polyvinyl chloride* (PVC), *polyamide* (PA), *polycarbonate* (PC), dan *polyethylene* (PE).

Kata penting: ikan konsumsi, kelimpahan, plastik, polusi perairan

### Abstract

Plastic wastes in marine environment will be degraded for long period of time to become microplastics. The small size of microplastics could be ingested by marine species which has lead to harmful impacts not only to the marine species but also to human. This research aimed to investigate microplastics ingestion in four commercial fishes in the Bali Strait, namely largehead hairtail (*Trichiurus lepturus*), Indian scad (*Decapterus ruselli*), Bali sardinella (*Sardinella lemuru*), and Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*). Thirty fish samples from each species of fishes were obtained from the fishermen. Microplastics contents were identified visually using microscope from the gastrointestinal tracks of the fish and polymer of microplastics were identified using *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) test. The results showed that three types of microplastics (fiber, film and fragment) were found in the four species of fishes with different total abundances. The highest abundance was found in Bali sardine ( $7.03 \pm 0.49$  particle individual<sup>-1</sup>), followed by Indian mackerel ( $5.03 \pm 0.50$  particle individual<sup>-1</sup>), Indian scad ( $4.23 \pm 0.38$  particle individual<sup>-1</sup>) and largehead hairtail ( $3.83 \pm 0.50$  particle individual<sup>-1</sup>). FTIR test showed that polymer types of microplastic found were *polyvinyl chloride* (PVC), *polyamide* (PA), *polycarbonate* (PC), dan *polyethylene* (PE).

Keywords: abundance, edible fish, plastic, water pollution

### Pendahuluan

Selat Bali merupakan salah satu selat yang memiliki peranan penting di Indonesia. Beberapa peranan penting tersebut meliputi penghubung antara Pulau Jawa dan Pulau Bali,

pelayaran berbagai macam kapal, serta memiliki produktivitas perikanan yang tinggi (Sartimbul *et al.* 2010). Selat Bali merupakan habitat bagi berbagai jenis ikan ekonomis penting, diantaranya ikan layur (*Trichiurus lepturus*),

ikan layang (*Decapterus ruselli*), ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) dan ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*). Genisa (1999) menyatakan bahwa ikan dikatakan ekonomis penting jika memiliki nilai penjualan yang tinggi serta volume dan daya produksi yang tinggi dan luas. Berdasarkan data dari Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pengambangan, Jembrana, Bali, tahun 2018, produksi per-tahun ikan layur, ikan layang, ikan lemuru dan ikan kembung, berturut-turut sebanyak 19 ton, 572 ton, 6 ton dan 53 ton.

Sebagai salah satu selat yang memiliki peranan penting, perairan Selat Bali tidak luput dari masalah gangguan sampah yang banyak masuk ke perairan ini (Husrin *et al.* 2017). Aktifitas domestik, industri dan perikanan berpotensi sebagai sumber masukan sampah termasuk sampah plastik.

Plastik merupakan material yang bersifat serba guna dikarenakan harganya yang murah, ringan, kuat, tahan lama dan tidak mudah rusak (Ivar do Sul & Costa 2014). Produksi massal plastik dimulai pada tahun 1940-an dan meningkat cepat mencapai 230 juta ton plastik pada tahun 2009 (Cole *et al.* 2011). Semakin tinggi produksi plastik maupun produk lainnya yang berbahan dasar plastik, maka limbah plastik pun akan semakin banyak. Jutaan metrik ton plastik diproduksi setiap tahunnya dan telah terakumulasi di lautan dalam jumlah yang banyak baik pada zona pelagis maupun demersal (Derraik 2002, Jambeck *et al.* 2015).

Polusi plastik dapat memasuki saluran air melalui sistem drainase ataupun pembuangan limbah yang akan berakhir di laut. Menurut Eriksen *et al.* (2013), polusi plastik adalah jenis dominan dari sampah antropogenik yang ditemukan di lingkungan laut. Plastik menyusun

sebagian besar sampah laut di seluruh dunia dengan proporsi 60% sampai 80% (Derraik 2002). Sampah plastik yang ada di laut akan terdegradasi dalam waktu yang sangat lama dan membentuk mikroplastik (Galgani *et al.* 2015). Penelitian tentang keberadaan mikroplastik di perairan Indonesia telah dilakukan baik di perairan tawar maupun laut yaitu di perairan utara Surabaya (Cordova *et al.* 2019), pantai utara Laut Jawa, Gresik (Yona *et al.* 2019), Pantai Pangandaran (Septian *et al.* 2018) dan Sungai Ciwalengke, Majalaya (Alam *et al.* 2019). Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa mikroplastik di perairan Indonesia juga telah menjadi masalah yang serius dan harus segera ditangani.

Mikroplastik merupakan partikel plastik berukuran kurang dari 5 mm (McCormick *et al.* 2014). Ukuran mikroplastik yang menyerupai plankton dapat tertelan oleh biota laut, terutama ikan. Mikroplastik yang tertelan akan memberikan berbagai macam dampak pada biota (Moore 2008). Senyawa kimiawi yang terkandung dalam polimer plastik dapat mengganggu sistem endokrin dan reproduksi biota laut (Lithner *et al.* 2011). Selain itu, plastik memiliki kemampuan untuk mengikat polutan organik berbahaya seperti *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* (PAH) dan *Polychlorinated Biphenyls* (PCB). Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan ditemukannya mikroplastik pada sistem pencernaan ikan (Neves *et al.* 2015, Romeo *et al.* 2015, Miranda & de Carvalho-Souza 2016, Peters & Bratton 2016). Pada akhirnya, mikroplastik pada ikan dapat membawa dampak pada kesehatan manusia (Avio *et al.* 2017). Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis keberadaan mikroplastik pada beberapa ikan

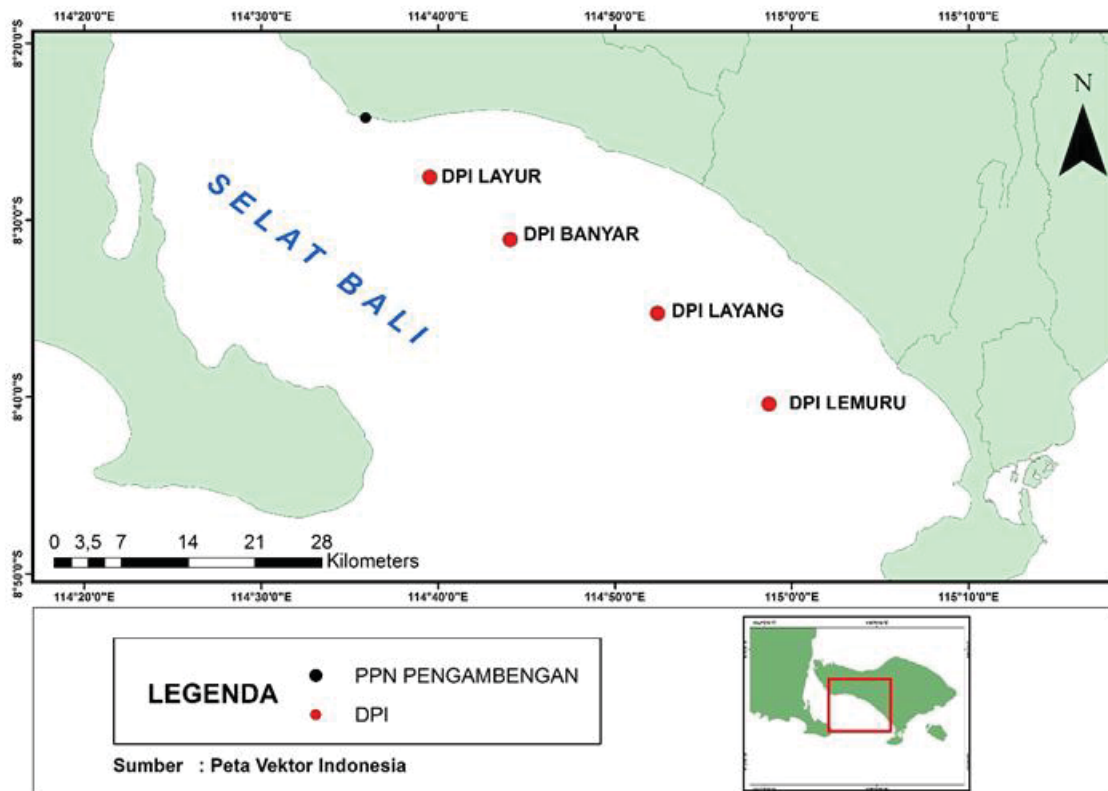
ekonomis penting sebagai ikan konsumsi, yaitu ikan layur (*Trichiurus lepturus*), ikan layang (*Decapterus russelli*), ikan lemuru (*Sardinella lemuru*), dan ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*) di perairan Selat Bali. Berdasarkan informasi yang didapatkan dari nelayan, keberadaan keempat ikan tersebut melimpah di Selat Bali pada musim peralihan 1 (transisi dari muson barat ke muson timur) yaitu pada bulan Maret – April. Hal ini berkaitan dengan peningkatan konsentrasi klorofil-a yang dapat meningkatkan kesuburan perairan (Suniada & Susilo 2018).

## Bahan dan Metode

### Waktu dan tempat penelitian

Sampel ikan yang digunakan pada penelitian ini berasal dari beberapa daerah penangkapan ikan (DPI) di perairan Selat Bali dan Pelabuhan Perikanan Nasional (PPN)

Pengembangan, Jembrana, Bali (Gambar 1). Empat jenis ikan ekonomis penting yaitu ikan layur, ikan layang, ikan lemuru dan ikan kembung diperoleh dari hasil tangkapan nelayan pada Bulan Mei 2018. Masing-masing spesies ikan berjumlah 30 individu dengan ukuran yang sama pada setiap jenisnya yaitu: ikan layur dengan panjang rata-rata 65 cm dan ikan layang, ikan lemuru dan ikan kembung berkisar 17 cm. Ukuran-ukuran ini dipilih dengan asumsi ukuran tersebut adalah ukuran dewasa untuk setiap jenis ikan (Muchlis & Prihatingsih 2015, Kasmi *et al.* 2018). Analisis mikroplastik pada ikan dilakukan di Laboratorium Kualitas Perairan, Balai Riset dan Observasi Laut (BROL), Bali pada bulan April – Juni 2018. Uji *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) mikroplastik dilakukan di Laboratorium Sentral Universitas Negeri Malang, Jawa Timur.



Gambar 1. Peta daerah penangkapan ikan

### *Prosedur analisis laboratorium*

Analisis laboratorium yang digunakan pada penelitian ini merupakan modifikasi dari beberapa tahapan dalam penelitian yang dilakukan oleh Jabeen *et al.* (2017) dan Masura *et al.* (2015). Beberapa tahapan yang diadopsi dan dimodifikasi meliputi preparasi sampel ikan, penggunaan volume larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% dan Fe (II) 0,05 M yang digunakan, serta dilakukan modifikasi pada penyaringan sampel dengan menghilangkan tahapan floatasi. Tahapan floatasi dilakukan untuk memisahkan partikel mikroplastik dengan densitas yang lebih rendah dibandingkan densitas air dan bahan organik (Coppock *et al.* 2017). Hal ini biasanya dilakukan dengan menambahkan larutan garam untuk menambah densitas air. Prosedur analisis laboratorium pada penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu preparasi sampel, perlakuan hidrogen peroksida, identifikasi mikroplastik dan uji FTIR.

### *Preparasi sampel*

Tahap preparasi sampel ikan dilakukan dengan menggunakan metode Jabeen *et al.* (2017) yaitu berupa pengambilan sampel pada usus dan lambung. Preparasi sampel meliputi persiapan alat dan bahan, serta pembedahan ikan untuk diambil saluran pencernaannya. Ikan yang beku didiamkan pada suhu ruang dan pembedahan dilakukan untuk mengambil bagian usus dan lambung ikan. Selanjutnya pencernaan ikan ditimbang sebagai berat basah sampel.

### *Tahap perlakuan hidrogen peroksida*

Tahap perlakuan *hidrogen peroksida* dilakukan dengan menggunakan metode Masura *et al.* (2015) yang dimodifikasi dengan

penambahan N-Hexane. Pada tahap ini, sampel yang sudah disiapkan dalam wadah ditambahkan 20 ml larutan Fe (II) 0,05 M dan 20 ml larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%, kemudian didiamkan selama semalam. Setelah itu, sebanyak 20 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% dan 20 ml Fe (II) 0,05 M ditambahkan kembali ke dalam sampel. Sampel didiamkan selama 5 menit, kemudian diletakkan di atas pemanas (*hotplate*) dengan suhu 75°C dan kecepatan putaran 180 rpm dalam waktu 30 menit. Selama proses pelarutan ini ditambahkan larutan N-Hexane sebanyak 4 – 6 ml untuk menghilangkan lemak yang dapat menempel pada alat serta mengikat sampel yang dapat mengganggu proses selanjutnya.

### *Penyaringan sampel*

Pada tahap penyaringan sampel dilakukan dengan modifikasi metode Masura *et al.* (2015). Modifikasi dilakukan dengan menghilangkan floatasi sampel dan menambahkan proses penyaringan vakum dengan kain saring 100 µm yang digunting berbentuk lingkaran menyerupai kertas saring pada umumnya. Penghilangan floatasi sampel ditujukan untuk mengeliminir peluang mikroplastik yang tidak terapung dikarenakan faktor berat jenis maupun terikat dengan bahan organik pada proses sebelumnya. Pada tahapan ini, cawan petri yang sudah diberi label disiapkan untuk wadah kain saring setelah proses penyaringan. Hasil saringan didiamkan selama semalam pada suhu ruang sampai mengering.

### *Identifikasi mikroplastik*

Identifikasi mikroplastik dibagi menjadi tiga tahap, yaitu identifikasi menggunakan penyinaran lampu, identifikasi dengan

mikroskop, serta uji FTIR. Langkah pertama adalah identifikasi dengan penyinaran lampu untuk mengidentifikasi mikroplastik yang masih dapat dilihat tanpa bantuan mikroskop. Mikroplastik yang teridentifikasi kemudian dipindahkan ke dalam *tube* untuk dilakukan uji FTIR. Langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi kain saring dengan menggunakan mikroskop. Langkah ini dilakukan untuk mengidentifikasi mikroplastik yang sulit dilihat dengan mata tanpa bantuan alat.

Secara visual, mikroplastik dapat dikategorikan menjadi empat jenis yaitu fragmen, film, fiber dan pelet dengan ukuran kurang dari 5 mm. Fragmen adalah pecahan plastik yang tidak beraturan, tebal dan susah untuk dihancurkan menggunakan pinset. Film adalah lembaran plastik yang sangat tipis, fiber adalah potongan tali atau jaring berbahan plastik atau nylon, dan pelet adalah material plastik yang berbentuk bulat-bulat sangat kecil (Hidalgo-Ruz *et al.* 2012, Nor dan Obbard 2014, Yona *et al.* 2019).

#### Uji FTIR

FTIR adalah salah satu teknik analitik yang sangat baik dalam proses identifikasi struktur molekul suatu senyawa (Kusumastuti 2011). Hal ini karena FTIR mampu memancarkan sinar infrared yang akan diserap oleh polimer plastik dan dipancarkan kembali dalam bentuk spektrum. Spektrum ini nantinya dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis polimer plastik berdasarkan referensi (Baalkhuyur *et al.* 2018). Pada penelitian ini, analisa FTIR dilakukan pada partikel yang sudah melewati tahap identifikasi visual dan dipilih untuk diuji. Mikroplastik yang dipilih mewakili partikel yang paling banyak ditemukan pada sampel ikan

yang dianalisa. Partikel mikroplastik dikelompokkan berdasarkan jenis (film, fiber, fragmen), tekstur (keras, lunak, tebal, tipis), serta warna dari partikel mikroplastik yang ditemukan (Hidalgo-Ruz *et al.* 2012) untuk setiap spesies ikan.

#### Analisis statistik

Uji normalitas dilakukan untuk menentukan apakah data terdistribusi normal atau tidak. Karena data terdistribusi normal, uji parametric *One way ANOVA* digunakan untuk membandingkan kelimpahan total mikroplastik pada setiap jenis ikan ( $p < 0,01$ ). Uji lanjutan Tukey's test dilakukan untuk menentukan jenis ikan apa yang berbeda kelimpahan total mikroplastiknya. Seluruh analisa statistik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Minitab 17.

#### **Hasil**

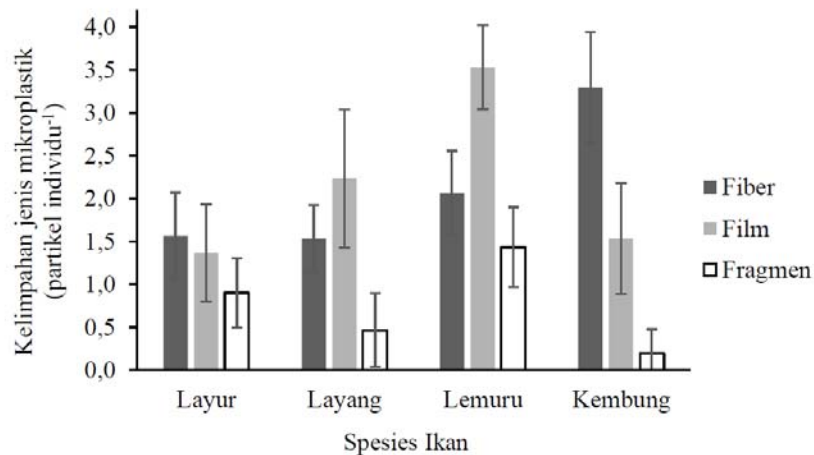
##### *Kelimpahan dan persentase jenis mikroplastik pada ikan*

Hasil analisis mikroplastik pada empat spesies ikan menunjukkan adanya beberapa jenis mikroplastik pada saluran pencernaan ikan yaitu film, fiber dan fragmen. Mikroplastik jenis pelet maupun foam tidak ditemukan pada sampel ikan yang diteliti. Fiber, film, dan fragmen ditemukan dengan persentase (Tabel 1) dan kelimpahan jenis (Gambar 2) yang berbeda-beda. Fiber dan film mendominasi pada setiap spesies ikan, sedangkan mikroplastik jenis fragmen ditemukan dengan jumlah yang lebih rendah pada setiap spesies ikan. Ikan layang dan lemuru mengakumulasi lebih banyak film dibandingkan fiber, namun sebaliknya, fiber ditemukan dengan jumlah yang lebih banyak pada ikan kembung. Pada ikan layur, komposisi

Tabel 1. Persentase jenis mikroplastik (n=30 untuk setiap spesies ikan)

Spesies Ikan	Persentase (%) $\pm$ sb		
	Fiber	Film	Fragmen
Layur	40,87 $\pm$ 14,61	35,65 $\pm$ 13,87	23,48 $\pm$ 10,90
Layang	36,22 $\pm$ 10,97	52,76 $\pm$ 12,71	11,02 $\pm$ 10,77
Lemuru	29,38 $\pm$ 9,79	50,24 $\pm$ 11,58	20,38 $\pm$ 7,36
Kembung	65,56 $\pm$ 9,66	30,46 $\pm$ 9,37	3,97 $\pm$ 4,21

sb = simpangan baku



Gambar 2. Rata-rata kelimpahan jenis mikroplastik pada setiap spesies ikan

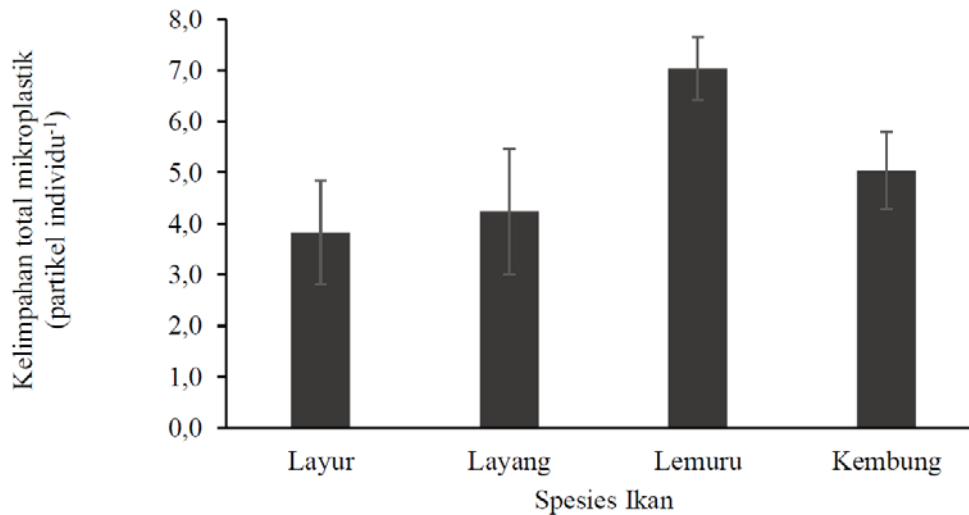
setiap jenis mikroplastik ditemukan dengan jumlah yang tidak jauh berbeda. Rata-rata persentase kemunculan jenis film pada ikan layang dan ikan lemuru adalah 50 % sedangkan kemunculan jenis fiber pada ikan kembung adalah 65 %.

Kelimpahan jenis film pada ikan lemuru adalah  $3,53 \pm 1,27$  partikel individu<sup>-1</sup> diikuti dengan fiber dan fragmen berturut-turut adalah  $2,07 \pm 0,49$  dan  $1,43 \pm 0,47$  partikel individu<sup>-1</sup>. Pola yang sama ditemukan pada ikan layang dengan kelimpahan tertinggi pada film ( $2,23 \pm 0,81$  partikel individu<sup>-1</sup>) dan diikuti oleh fiber ( $1,53 \pm 0,39$  partikel individu<sup>-1</sup>) dan fragmen ( $0,47 \pm 0,43$  partikel individu<sup>-1</sup>). Sebaliknya, pada ikan kembung kelimpahan tertinggi ditemukan pada jenis fiber ( $3,30 \pm 0,65$  partikel

individu<sup>-1</sup>) yang diikuti oleh film ( $1,53 \pm 0,61$  partikel individu<sup>-1</sup>) dan fragmen ( $0,20 \pm 0,28$  partikel individu<sup>-1</sup>). Pada ikan layur, kelimpahan ketiga jenis mikroplastik ditemukan dengan nilai yang tidak jauh berbeda, yaitu  $1,57 \pm 0,50$  partikel individu<sup>-1</sup> untuk fiber,  $1,37 \pm 0,56$  partikel individu<sup>-1</sup> untuk film dan  $0,90 \pm 0,40$  partikel individu<sup>-1</sup> untuk fragmen (Gambar 2).

#### *Kelimpahan total mikroplastik pada ikan*

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada 120 sampel ikan, keempat jenis ikan ekonomis penting di perairan Selat Bali mengandung mikroplastik dengan rata-rata jumlah total mikroplastik yang berbeda pada masing-masing spesies (Gambar 3). Lemuru ditemukan dengan rata-rata jumlah mikroplastik



Gambar 3. Kelimpahan total mikroplastik

yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesies lainnya. Hal ini didukung dengan hasil analisis statistik *One Way ANOVA* yang menunjukkan adanya perbedaan jumlah mikroplastik antara spesies ikan yang berbeda ( $p < 0,01$ ). Uji lanjutan yang dilakukan menunjukkan letak perbedaan berada pada ikan lemuru dan ikan layur.

Kelimpahan total mikroplastik pada ikan lemuru adalah  $7,03 \pm 0,62$  partikel individu<sup>-1</sup>. Jumlah kelimpahan total tersebut berbeda dengan tiga spesies ikan lainnya yaitu ikan kembang dengan kelimpahan total  $5,03 \pm 0,76$  partikel individu<sup>-1</sup>; ikan layang dengan kelimpahan total  $4,23 \pm 1,23$  partikel individu<sup>-1</sup> dan kelimpahan total pada ikan layur adalah  $3,83 \pm 1,01$  partikel individu<sup>-1</sup> (Gambar 3).

#### *Polimer mikroplastik*

Hasil analisis FTIR menunjukkan pada sampel mikroplastik yang diujikan mengandung beberapa polimer penyusun plastik. Sebanyak 13 sampel mikroplastik yang terdiri atas jenis film, fiber, dan fragmen diujikan dan menghasilkan 8 polimer penyusun plastik secara

keseluruhan. Polimer tersebut meliputi *polyethylene* (PE), *polyvinyl chloride* (PVC), *polyethylene terephthalate* (PET), *polypropylene* (PP), *polycarbonate* (PC), *polyamidenylon* (PA), *polystyrene* (PS), dan *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS). PA, PVC, PC dan PE masing-masing ditemukan sebanyak 16% (2 dari 12 polimer) dan polimer lainnya ditemukan masing-masing sebanyak 8%.

#### **Pembahasan**

##### *Kelimpahan dan persentase jenis mikroplastik pada ikan*

Tiga jenis mikroplastik ditemukan pada saluran pencernaan ikan dalam penelitian ini yaitu fiber, film, dan fragmen dengan variasi kelimpahan jenis antarspesies. Pada setiap jenis ikan, fiber dan film lebih mendominasi dibandingkan fragmen. Dominansi jenis fiber dan film pada ikan juga ditemukan pada beberapa penelitian (Lusher *et al.* 2013, Neves *et al.* 2015, Rochman *et al.* 2015). Bentuk mikroplastik termasuk salah satu faktor yang memengaruhi potensi termakan oleh ikan. Sebagai contoh, bentuk bulat (pellet atau *plastic*

*bead*) cenderung lebih dihindari dibandingkan bentuk memanjang (fiber) (Foley *et al.* 2018). Hal ini mendukung hasil penelitian dengan ditemukannya jenis fiber pada ikan lebih banyak dibandingkan jenis mikroplastik lainnya.

Ikan kembung dan ikan layur ditemukan dengan jumlah fiber yang lebih banyak dibandingkan film dan fragmen. Fiber diketahui melimpah di dasar perairan dan mengendap di sedimen (Claessens *et al.* 2011, Woodall *et al.* 2014, Bellas *et al.* 2016) karena densitasnya yang lebih besar daripada air laut sehingga berpotensi untuk tenggelam ke dasar perairan dan termakan oleh organisme benthik (Neves *et al.* 2015). Ikan layur diketahui sebagai ikan demersal, sedangkan ikan kembung meskipun termasuk ke dalam ikan pelagis namun diketahui melakukan migrasi vertikal dalam mencari makanannya. Selain itu dominansi fiber pada ikan kembung juga dapat diakibatkan oleh perpindahan mikroplastik dalam rantai makanan. Ikan kembung merupakan ikan pemakan zooplankton (Utami *et al.* 2014) dan beberapa penelitian telah menemukan kandungan fiber pada zooplankton (Desforges *et al.* 2016, Garnier *et al.* 2019). Bentuk fiber yang memanjang dan menyerupai zooplankton juga dapat menjadi alasan jenis ini termakan oleh ikan kembung (Nie *et al.* 2019).

Mikroplastik jenis film ditemukan melimpah pada ikan lemuru dan ikan layang. Film merupakan lembaran tipis atau potongan seperti selaput dari plastik tipis (Free *et al.* 2014) yang cenderung memiliki densitas yang lebih rendah dibandingkan jenis mikroplastik lainnya (Hastuti *et al.* 2014). Mikroplastik jenis film mudah terapung mendekati permukaan dan berpotensi untuk tertelan oleh ikan-ikan pelagis (Lusher *et al.* 2013, Rochman *et al.* 2015) seperti ikan layang dan ikan lemuru.

Secara keseluruhan mikroplastik jenis fragmen memiliki kelimpahan paling rendah dibandingkan dengan mikroplastik jenis fiber dan film. Mikroplastik jenis fragmen merupakan mikroplastik yang bersumber dari potongan produk plastik dengan polimer sintesis yang sangat kuat (Hastuti *et al.* 2014) serta memiliki densitas yang lebih tinggi sehingga memungkinkan fragmen berada pada perairan dalam ataupun dasar sedimen. Pada penelitian yang dilakukan oleh Yona *et al.* (2019), ditemukan kelimpahan mikroplastik jenis fragmen yang tinggi pada sedimen perairan. Beberapa penelitian juga menemukan rendahnya keberadaan fragmen pada ikan (Neves *et al.* 2015, Rochman *et al.* 2015, Chan *et al.* 2019), namun Garnier *et al.* (2019) dan Karbalaie *et al.* (2019) menemukan dominansi fragmen pada ikan. Keberadaan fragmen pada ikan diduga berkaitan dengan tinggi rendahnya fragmen tersebut pada lingkungan perairan (Romeo *et al.* 2015, Nie *et al.* 2019).

#### *Kelimpahan total mikroplastik pada ikan*

Kelimpahan total mikroplastik pada penelitian ini ditemukan jauh lebih tinggi jika dibandingkan penelitian lain. Rata-rata  $5,03 \pm 1,42$  partikel per individu ikan ditemukan pada keempat spesies ikan dan nilai ini jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian Neves *et al.* (2015) dengan kelimpahan rata-rata  $0,27 \pm 0,63$  partikel individu<sup>-1</sup> dan penelitian Karbalaie *et al.* (2019) dan Lusher *et al.* (2013) dengan kelimpahan masing-masing adalah 1,25 partikel individu<sup>-1</sup> dan  $1,90 \pm 0,10$  partikel individu<sup>-1</sup>. Nilai yang tidak jauh berbeda ditemukan pada penelitian Nie *et al.* (2019) dengan kelimpahan rata-rata adalah 3,1 partikel individu<sup>-1</sup>.

Kelimpahan total mikroplastik tertinggi terdapat pada ikan lemuru diikuti dengan ikan kembung, ikan layang, dan ikan layur. Ikan lemuru yang memiliki kebiasaan makan dengan menyaring makanan lebih rentan menelan mikroplastik dan tidak selektif dalam memangsa makanannya (Neves *et al.* 2015), sehingga mikroplastik yang terdapat pada perairan di sekitar habitat ikan lemuru akan dengan mudah tertelan oleh ikan. Ikan kembung juga merupakan ikan pelagis pemakan plankton kasar (makroplankton) yang menyaring makanannya berdasarkan ukuran kasar dan halus plankton. Berbeda dengan ikan lemuru dan ikan kembung, makanan utama ikan layang adalah ikan kecil, Crustacea, dan Copepoda (Genisa 1999, Poojary *et al.* 2010). Mikroplastik yang tertelan oleh ikan layang dapat disebabkan oleh mangsa ikan yang berkelompok sehingga membuat predator kurang selektif. Selain itu, partikel plastik yang tertelan oleh ikan layang juga dapat termakan melalui rantai makanan (McGoran *et al.* 2017). Rendahnya kelimpahan mikroplastik pada ikan layur, disebabkan oleh kebiasaan ikan tersebut makan. Ikan layur merupakan ikan karnivora pemakan udang-udangan, cumi-cumi, dan ikan-ikan kecil (Abidin *et al.* 2013) sehingga ikan ini lebih selektif terhadap mangsa dan memungkinkan melakukan penolakan terhadap partikel yang dianggap bukan makanannya (Manalu *et al.* 2017).

Menurut Neves *et al.* (2015), keberadaan mikroplastik yang ditemukan pada ikan berhubungan dengan jenis spesies yang digunakan dalam penelitian, habitat, kebiasaan makan ikan, densitas partikel plastik, serta keberadaan mikroplastik tersebut pada lingkungan perairan. Hal tersebut mendukung dugaan bahwa perbedaan kelimpahan mikroplastik pada setiap

spesies ikan pada penelitian ini diduga dipengaruhi oleh habitat atau ruaya ikan, kebiasaan makan, serta karakteristik dari partikel plastik (mikroplastik).

#### *Polimer mikroplastik*

Tidak ada polimer yang ditemukan mendominasi dalam penelitian ini. Beberapa polimer tersebut umumnya digunakan dalam pembuatan berbagai macam produk plastik. Beberapa contoh diantaranya adalah pembuatan kantong plastik yang umumnya menggunakan PE dan PP (Nor dan Obbard 2014), pembuatan perangkat pelampung pada jaring ikan menggunakan PS (Pruter, 1987), produk otomotif yang menggunakan ABS (White 2007), pembuatan wadah (*container*) menggunakan PVC dan PET, hingga pembuatan lensa lampu lalu lintas menggunakan PC (Crawford & Quinn 2017). Selain itu, fragmentasi polyethylene, polypropylene, dan nylon yang berasal dari alat-alat tangkap yang hilang atau dibuang di laut berpotensi menyumbangkan mikroplastik jenis fiber (Bessa *et al.* 2018).

#### **Simpulan**

Partikel mikroplastik (fiber, film, fragmen) ditemukan pada keempat spesies ikan yang diteliti yaitu ikan layur (*Trichiurus lepturus*), layang (*Decapterus ruselli*), lemuru (*Sardinella lemuru*) dan kembung (*Rastrelliger kanagurta*) di perairan Selat Bali. Jenis mikroplastik fiber dan film ditemukan mendominasi pada setiap spesies ikan. Kelimpahan partikel mikroplastik tertinggi ditemukan pada ikan lemuru diikuti oleh ikan kembung, layang, dan layur. Perbedaan kelimpahan total dan kelimpahan jenis mikroplastik pada setiap spesies ikan di-

pengaruhi oleh habitat dan kebiasaan makan ikan serta karakteristik jenis mikroplastik.

### Persantunan

Penulis menyampaikan terima kasih kepada instansi Balai Riset dan Observasi Laut (BROL) dan kepada Ibu Mardatilah, S.Si yang telah membantu dalam proses identifikasi mikroplastik di laboratorium.

### Daftar pustaka

- Abidin Z, Redjeki S, Ambariyanto A. 2013. Studi kebiasaan makanan ikan layur (*Trichiurus lepturus*) di perairan Pantai Bandengan Kabupaten Jepara dan di Perairan Tawang Weleri Kabupaten Kendal. *Journal of Marine Research*, 2(3): 95-103.
- Alam FC, Sembiring E, Muntalif BS, Suendo V. 2019. Microplastic distribution in surface water and sediment river around slum and industrial area (case study: Ciwalengke River, Majalaya district, Indonesia). *Chemosphere*, 224: 637–645. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.02.188>
- Avio CG, Gorbi S, Regoli F. 2017. Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerged threat. *Marine Environmental Research*, 128: 2–11.
- Baalkhuyur FM, Bin Dohaish E-JA, Elhalwagy MEA, Alikunhi NM, AlSuwailam AM, Røstad A, Coker DJ, Berumen ML, Duarte CM. 2018. Microplastic in the gastrointestinal tract of fishes along the Saudi Arabian Red Sea coast. *Marine Pollution Bulletin*, 131(Part A): 407–415.
- Bellas J, Martínez-Armental J, Martínez-Cámara A, Besada V, Martínez-Gómez C. 2016. Ingestion of microplastics by demersal fish from the Spanish Atlantic and Mediterranean coasts. *Marine Pollution Bulletin*, 109(1): 55–60.
- Bessa F, Barria P, Neto JM, Frias JPGL, Otero V, Sobral P, Marques JC. 2018. Occurrence of microplastics in commercial fish from a natural estuarine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 128: 575–584.
- Chan HSH, Dingle C, Not C. 2019. Evidence for non-selective ingestion of microplastic in demersal fish. *Marine Pollution Bulletin*, 149: 110523. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110523>
- Claessens M, Meester SD, Landuyt LV, Clerck KD, Janssen CR. 2011. Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. *Marine Pollution Bulletin*, 62(10): 2199–2204.
- Cole M, Lindeque P, Halsband C, Galloway TS. 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12): 2588–2597.
- Coppock RL, Cole M, Lindeque PK, Queirós AM, Galloway TS. 2017. A small-scale, portable method for extracting microplastics from marine sediments. *Environmental Pollution*, 230: 829–837.
- Cordova MR, Purwiyanto AIS, Suteja Y. 2019. Abundance and characteristics of microplastics in the northern coastal waters of Surabaya, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 142: 183–188.
- Crawford CB, Quinn B. 2017. Plastic production, waste and legislation. *Microplastic Pollutants*, 30: 39–56.
- Derraik JG. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44(9): 842–852.
- Desforges J-PW, Galbraith M, Ross PS. 2015. Ingestion of microplastics by zooplankton in the Northeast Pacific Ocean. *Archive of Environmental Contamination and Toxicology*, 69(3): 320–330. <https://doi.org/10.1007/s00244-015-0172-5>
- Eriksen M, Mason S, Wilson S, Box C, Zellers A, Edwards W, Farley H, Amato S. 2013. Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. *Marine Pollution Bulletin*, 77(1-2): 77–182.
- Foley CJ, Feiner ZS, Malinich TD, Höök TO. 2018. A meta-analysis of the effects of exposure to microplastics on fish and aquatic invertebrates. *Science of Total Environment*, 631–632: 550–559. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.046>
- Free CM, Jensen OP, Mason SA, Eriksen M, Williamson NJ, Boldgiv B. 2014. High-levels of microplastic pollution in a large,

- remote, mountain lake. *Marine Pollution Bulletin*, 85(1): 156–163.
- Galgani F, Hanke G, Maes T. 2015. Global distribution, composition and abundance of marine litter. In: Bergmann M, Gutow L, Klages M. (Eds.). *Marine Anthropogenic Litter*. Springer International Publishing. London. pp. 29–56.
- Garnier Y, Jacob H, Guerra AS, Bertucci F, Lecchini D. 2019. Evaluation of microplastic ingestion by tropical fish from Moorea Island, French Polynesia. *Marine Pollution Bulletin*, 140: 165–170. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.01.038>
- Genisa AS. 1999. Pengenalan jenis-jenis ikan laut ekonomis penting di Indonesia. *Jurnal Oseana*, 24(1): 17-38.
- Hastuti AR, Yulianda F, Wardiatno Y. 2014. Spatial distribution of marine debris in mangrove ecosystem of pantai indah kapuk, Jakarta. *Bonoworo Wetlands*, 4(2): 94-107.
- Hidalgo-Ruz V, Gutow L, Thompson RC, Thiel M. 2012. Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science & Technology*, 46(6): 3060–3075.
- Husrin S, Wisha UJ, Prasetyo R, Putra A, Attamimi A. 2017. Characteristics of marine litters in the west coast of Bali. *Jurnal Segara*, 13(2): 129-140.
- Ivar do Sul JA, Costa MF. 2014. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. *Environmental Pollution*, 185: 352–364.
- Jabeen K, Su L, Li J, Yang D, Tong C, Mu J, Shi H. 2017. Microplastics and mesoplastics in fish from coastal and fresh waters of China. *Environmental Pollution*, 221: 141-149.
- Jambeck JR, Geyer R, Wilcox C, Siegler TR, Perryman M, Andrady A, Narayan R, Law KL. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223): 768–771.
- Karbalaei S, Golieskardi A, Hamzah HB, Abdulwahid S, Hanachi P, Walker TR, Karami A. 2019. Abundance and characteristics of microplastics in commercial marine fish from Malaysia. *Marine Pollution Bulletin*, 148: 5–15.
- Kasmi M, Hadi S, Kantun W. 2018. Biologi reproduksi ikan kembung lelaki, *Rastreliger kanagurta* (Cuvier, 1816) di perairan pesisir Takalar, Sulawesi Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17: 259–271. <https://doi.org/10.32491/jii.v17i3.364>
- Kusumastuti A. 2011. Pengenalan pola gelombang khas dengan interpolasi. *Jurnal Matematika Murni dan Aplikasi*, 2 (1): 7-12.
- Lithner D, Larsson Å, Dave G. 2011. Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *Science of Total Environment*, 409(18): 3309–3324. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.04.038>
- Lusher AL, McHugh M, Thompson RC. 2013. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Marine Pollution Bulletin*, 67(1–2): 94–99.
- Manalu AA, Hariyadi S, Wardiatno Y. 2017. Microplastics abundance in coastal sediments of Jakarta Bay, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 10(5): 1164-1173.
- Masura J, Baker J, Foster G, Arthur C, Herring C. 2015. Laboratory methods for analysis of microplastics in the marine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. *NOAA Marine Debris Program National Oceanic and Atmospheric Administration US Department of Commerce*, (Technical Memorandum NOS-OR&R-48), p.1.
- McCormick A, Hoellein TJ, Mason SA, Schlupe J, Kelly JJ. 2014. Microplastic is an abundant and distinct microbial habitat in an urban river. *Environmental Science & Technology*, 48(20): 11863–11871.
- McGoran AR, Clark PF, Morrith D. 2017. Presence of microplastic in the digestive tracts of European flounder (*Platichthys flesus*) and European smelt (*Osmerus eperlanus*) from the River Thames. *Environmental Pollution*, 220(Part A): 744-751.

- Moore CJ. 2008. Synthetic polymers in the marine environment: A rapidly increasing, long-term threat. *Environmental Research*, 108(2): 131–139.
- Muchlis N, Prihatingsih. 2015. Aspek biologi reproduksi ikan layur, *Trichiurus lepturus* Linnaeus 1758 di Palabuhanratu, In: Rahardjo MF, Zahid A, Hadiaty RK, Mangkalangi E, Hadie W, Haryono, Supriyono E, (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional Ikan Ke 8*. Masyarakat Iktiologi Indonesia, Bogor, pp. 257–264.
- Neves D, Sobral P, Ferreira JL, Pereira T. 2015. Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast. *Marine Pollution Bulletin*, 101(1): 119–126.
- Nie H, Wang J, Xu K, Huang Y, Yan M. 2019. Microplastic pollution in water and fish samples around Nanxun Reef in Nansha Islands, South China Sea. *Science of Total Environment*, 696: 134022. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134022>
- Nor NHM, Obbard JP. 2014. Microplastics in Singapore's coastal mangrove ecosystems. *Marine Pollution Bulletin*, 79(1-2): 278–283.
- Peters CA, Bratton SP. 2016. Urbanization is a major influence on microplastic ingestion by sunfish in the Brazos River Basin, Central Texas, USA. *Environmental Pollution*, 210: 380–387.
- Poojary N, Tiwari LR, Jaiswar AK. 2010. Food and feeding habits of the Indian scad, *Decapterus russelli* (Ruppell, 1830) from Mumbai waters, north-west coast of India. *Indian Journal of Fisheries*, 57(4): 93–99.
- Pruter AT. 1987. Source, quantities and distribution of persistent plastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 18(6): 305–310.
- Rochman CM, Tahir A, Williams SL, Baxa DV, Lam R, Miller JT, Teh F, Werorilangi S, Teh SJ. 2015. Anthropogenic debris in seafood: plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Nature Science Report*, 1–10.
- Romeo T, Pietro B, Pedà C, Consoli P, Andaloro F, Fossi MC. 2015. First evidence of presence of plastic debris in stomach of large pelagic fish in the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 95(1): 358–361.
- Sartimbul A, Nakata H, Rohadi E, Yusuf B, Kadarisman HP. 2010. Variations in chlorophyll-a concentration and the impact on *Sardinella lemuru* catches in Bali Strait, Indonesia. *Progress in Oceanography*, 87(1-4): 168–174.
- Septian FM, Purba NP, Agung MUK, Yuliadi LPS, Akuan LF, Mulyani PG. 2018. Sebaran spasial mikroplastik di sedimen Pantai Pangandaran, Jawa Barat. *Jurnal Geomaritim Indonesia*, 1(1): 1–8.
- Suniada KI, Susilo E. 2018. Keterkaitan kondisi oseanografi dengan perikanan pelagis di perairan Selat Bali. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 23(4): 275–286. <https://doi.org/10.15578/jppi.23.4.2017.275-286>
- Utami MNF, Redjeki S, Supriyantini E. 2014. Komposisi isi lambung ikan kembung lelaki (*Rastrelliger kanagurta*) di Rembang. *Journal of Marine Research*, 3(2) 99–106.
- White WC. 2007. Butadiene production process overview. *Chemico-biological interactions*, 166(1-3): 10–14.
- Woodall LC, Sanchez-Vidal A, Canals M, Paterson GLJ, Coppock R, Sleight V, Calafat A, Rogers AD, Narayanaswam BE, Thompson RC. 2014. The deep sea is a major sink for microplastic debris. *Royal Society Open Science*, 1: 140317. <https://doi.org/10.1098/rsos.140317>
- Yona D, Sari SHJ, Iranawati F, Bachri S, Ayuningtyas WC. 2019. Microplastics in the surface sediments from the eastern waters of Java Sea, Indonesia. *F1000Research*, 8: 98

## Tetraploidisasi kejut suhu dingin pada ikan patin siam *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) dengan suhu dan umur zigot yang berbeda

[Cold temperature shock tetraploidization of striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) with different of temperature and age of zygote]

Alfis Syahril<sup>1✉</sup>, Odang Carman<sup>2</sup>, Dinar Tri Soelistyowati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

<sup>2</sup>Departemen Budidaya Perairan, FPIK IPB

Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680

alfissyahril16@gmail.com

odangoang.od@gmail.com

sdinarts@yahoo.com

Diterima: 03 April 2019; Disetujui: 31 Januari 2020.

### Abstrak

Ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) memiliki pertumbuhan yang relatif lambat sehingga biaya operasional produksi tinggi tidak sebanding dengan rendahnya harga jual yang mengakibatkan budidaya ikan patin siam tidak efisien. Perbaikan mutu genetik melalui poliploidisasi yaitu untuk menghasilkan ikan triploid (3n) yang bersifat steril dapat mengatasi masalah tersebut. Penyediaan ikan triploid lebih efisien melalui tetraploidisasi. Tetraploidisasi pada ikan patin siam menggunakan perlakuan kejut dingin belum pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum tetraploidisasi menggunakan kejut dingin dengan suhu dan umur zigot berbeda pada ikan patin siam. Rancangan percobaan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan dua faktor dan tiga ulangan, yaitu suhu 8°C, 12°C, 16°C dan umur zigot 29 dan 31 msf (menit setelah fertilisasi) dengan perendaman selama 30 menit dan satu perlakuan kontrol (tanpa pemberian kejut suhu). Identifikasi tetraploid dilakukan dengan menghitung jumlah maksimum nukleolus per sel yang dikonfirmasi dengan penghitungan jumlah kromosom. Hasil penelitian menunjukkan bahwa derajat penetasan dan abnormalitas berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Hasil pengamatan pada ikan tetraploid diperoleh jumlah maksimum nukleoli adalah 4 per sel dan jumlah kromosom yaitu 112 ( $4n=112$ ), sedangkan pada ikan diploid adalah 2 per sel dan jumlah kromosom yaitu 56 ( $2n=56$ ). Persentase tetraploid tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu 12°C umur zigot 29 msf. Disimpulkan bahwa kondisi optimum tetraploidisasi pada ikan patin siam menggunakan kejut dingin pada suhu 12°C dengan umur zigot 29 msf.

Kata penting: kejut dingin, nukleolus, *Pangasianodon hypophthalmus*, tetraploid

### Abstract

Striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) has a relatively slow growth, so the operational cost of production is high and incomparable with the selling price, thus makes the cultivation of striped catfish is inefficient. Genetic quality improvement through polyploidization is to produce sterile triploid fish (3n) that can overcome this problem. The provision of triploid fish is more efficient through tetraploidization. Tetraploidization in striped catfish using cold shock treatment has never been done before. The purpose of this study was to determine the optimum tetraploidization condition using cold shock with temperature and different age of zygote in striped catfish. A completely randomized factorial design with two treatments i.e. three level of temperatures (8°C, 12°C, 16°C) and two different ages of zygote (29 and 31 minutes after fertilisation-maf) and three replications was used. In addition, a control without applying temperature shock treatment was performed, Soaking process was conducted for 30 minutes. Tetraploid identification was done by calculating the maximum total of nucleoli per cell that was confirmed by calculating the total of chromosome. The results showed that the degree of hatching rate and abnormalities has a significantly different effect ( $P < 0.05$ ). Number of nucleoli per cell was 4 and chromosomes was 112 ( $4n=112$ ) for tetraploid, whereas for diploid fish the maximum number of nucleoli per cell was 2 and the number of chromosomes was 56 ( $2n=56$ ). The highest tetraploid percentage was obtained at a treatment of 12°C at age of zygote 29 maf. Thus, the optimum condition of tetraploidization in striped catfish is using cold shock treatment of 12°C with the age of zygote of 29 maf.

Keywords: cold shock, nucleolus, *Pangasianodon hypophthalmus*, tetraploid

### Pendahuluan

Ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) merupakan salah satu komoditas

ikan air tawar yang memiliki nilai prospektif dari segi pembenihan, pembesaran, pengolahan serta luasnya wilayah produksi budidaya. Sentra

usaha ikan patin telah banyak dikembangkan pada beberapa daerah di Indonesia seperti di Sumatera Selatan, Kalimantan Tengah, dan Jawa Barat (KKP 2018).

Teknologi pengembangan budidaya ikan patin telah berhasil dilakukan, namun lambat pertumbuhannya mengakibatkan biaya operasional produksi menjadi tinggi. Menurut Solaiman & Sugihartono (2012), ikan patin pada kawasan budidaya di Jambi dalam beberapa tahun terakhir memiliki beberapa permasalahan diantaranya penurunan kualitas benih dan pertumbuhan yang lambat. Perbaikan mutu genetik diharapkan dapat mengatasi masalah tersebut. Salah satu upaya dalam perbaikan mutu genetik yaitu melalui rekayasa genetik (poliploidisasi).

Poliploidisasi dilakukan untuk mendapatkan jenis ikan yang mempunyai lebih dari 2 set kromosom ( $2n$ ), seperti triploid dan tetraploid. Ikan triploid merupakan ikan yang bersifat steril ( $3n$ ) yaitu ikan yang energi metabolismenya digunakan untuk perkembangan gonad akan dimanfaatkan untuk pertumbuhan somatik, sehingga menghasilkan individu yang pertumbuhannya lebih cepat berbanding individu normal. Menurut Sheehan *et al.* (1999), bobot ikan rainbow trout triploid lebih besar yaitu 470,3 g/individu dibandingkan dengan ikan diploid yaitu 431,9 g/individu, dan gonad ikan diploid berkembang normal dengan berat 10,6 g, sedangkan gonad ikan triploid menunjukkan perkembangan yang tidak normal dengan berat 2,4 g yang mengindikasikan sterilitas. Ikan triploid dapat diperoleh dengan induksi kejut atau dengan menyilangkan diploid dengan tetraploid. Prosedur alternatif untuk membuat triploid yang memiliki sedikit efek negatif pada perkembangan embrio dan

menghasilkan 100% ikan triploid ( $3n$ ) yaitu melalui penyilangan induk tetraploid ( $4n$ ) dengan induk diploid ( $2n$ ) (Weber *et al.* 2014). Salah satu upaya yang efisien untuk menghasilkan ikan patin siam triploid secara massal yaitu melalui tetraploidisasi. Individu tetraploid lebih diarahkan untuk mencetak induk untuk menghasilkan induk untuk ikan triploid ( $3n$ ) dengan cara menyilangkan antara diploid dengan tetraploid.

Tetraploidisasi dapat dilakukan dengan proses pencegahan pembelahan mitosis pertama pada telur yang telah terfertilisasi menggunakan perlakuan fisik maupun kimia, sehingga telur yang mempunyai  $2n$  kromosom akan mengalami penggandaan menjadi  $4n$  kromosom. Salah satu perlakuan fisik yang dapat dilakukan untuk menghasilkan ikan tetraploid yaitu melalui kejut suhu. Kejut suhu dapat dilakukan dengan dua cara kejut yaitu kejut suhu panas dan kejut suhu dingin. Kejut suhu dingin dinilai lebih baik untuk menghasilkan individu poliploid dibandingkan kejut suhu panas. Menurut Aloise *et al.* (2011) kejut suhu dingin merupakan metode yang menghasilkan individu poliploid lebih besar tingkat keberhasilannya dibandingkan metode kejut suhu panas.

Penelitian tetraploidisasi menggunakan teknik kejut suhu telah berhasil dilakukan pada beberapa jenis ikan di antaranya: ikan mas koki (*Carassius auratus*) (Rustidja 2004) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) (Gamal *et al.* 1999). Tetraploidisasi pada ikan patin siam telah dilakukan dengan menggunakan kejut suhu panas (Buulolo 2016). Berdasarkan uraian di atas bahwa kajian tetraploidisasi menggunakan kejut suhu dingin pada ikan patin siam belum pernah dilakukan, sehingga perlu dilakukan

penelitian untuk mengkaji kondisi optimal induksi tetraploid pada ikan patin siam.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum tetraploidisasi menggunakan kejutan dingin dengan suhu dan umur zigot berbeda pada ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*).

## **Bahan dan metode**

### *Waktu dan tempat*

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai September 2018 di Cabang Dinas Kelautan dan Perikanan Wilayah Utara (CDKPWU), Instalasi Cijengkol, Kabupaten Subang, Jawa Barat.

### *Rancangan penelitian*

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan satu perlakuan kontrol dan enam perlakuan kombinasi suhu dengan umur zigot yang dilakukan perendaman selama 30 menit. Perlakuan P0 merupakan perlakuan kontrol (tanpa pemberian perlakuan kejutan suhu), P1 suhu 8 °C umur zigot 29 msf, P2 suhu 8 °C umur zigot 31 msf, P3 suhu 12 °C umur zigot 29 msf, P4 suhu 12 °C umur zigot 31 msf, P5 suhu 16 °C umur zigot 29 msf, dan P6 suhu 16 °C umur zigot 31 msf. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali.

### *Pemijahan*

Pemijahan ikan dilakukan dengan perangsangan hormonal menggunakan induk betina dan induk jantan yang telah matang gonad, dengan berat 4-6 kg/ekor untuk induk betina dan 1,5-2,5 kg/ekor induk jantan. Penyuntikan dilakukan dua kali pada induk betina dan satu kali pada induk jantan. Penyuntikan pertama pada induk betina

menggunakan hormon *human chorionic gonadotropin* (hCG) dosis 500 IU/kg induk dan penyuntikan kedua dilakukan 24 jam setelah penyuntikan pertama dengan Ovaprim (sGnRH + Domperidone) dosis 0,6 mL/kg induk, sedangkan pada induk jantan penyuntikan menggunakan Ovaprim dosis 0,3 mL/kg induk yang waktunya bersamaan dengan penyuntikan kedua pada induk betina. Pengambilan telur dan sperma dilakukan pada 8-10 jam setelah penyuntikan kedua dengan cara pengurutan pada bagian perut hingga pada bagian lubang genital. Sperma dikumpulkan di dalam gelas plastik dan diencerkan dengan 50 mL larutan NaCl 0,9%, sedangkan telur ditampung dalam baskom. Fertilisasi buatan dilakukan dengan mencampur sperma dan telur kemudian diaduk menggunakan bulu ayam setelah itu diaktivasi dengan menambahkan 100 mL air mineral dan umur zigot mulai dihitung menggunakan *stopwatch*.

### *Kejutan suhu dan penetasan*

Persiapan wadah dilakukan terlebih dahulu sebelum dilakukan kejutan suhu. Wadah perlakuan yang digunakan yaitu *styrofoam* berukuran 75 cm × 42 cm × 32 cm yang telah dicuci dan dimasukkan pompa akuarium, kemudian diisi dengan air sebanyak 31,5 L. Suhu dingin pada wadah perlakuan diatur dengan menggunakan es batu sebanyak 9,5 kg untuk perlakuan suhu 8 °C, 7,8 kg untuk perlakuan suhu 12 °C dan 6,1 kg untuk perlakuan suhu 16 °C. Telur terfertilisasi dicuci menggunakan suspensi tanah untuk menghilangkan daya rekat pada telur, kemudian dibilas dengan air mengalir. Telur dimasukkan dalam pipa PVC berukuran 2,5 inci yang telah dipotong dan ditutup pada bagian bawahnya

dengan menggunakan kain furing agar dapat menampung telur.

Prosedur kejutan suhu dingin mulai dilakukan dengan memasukkan pipa PVC yang berisi telur dengan umur zigot yang telah dihitung ke dalam wadah perlakuan yang suhunya telah diatur sesuai dengan masing-masing perlakuan dan wadah perlakuan ditutup. Setelah dilakukan perendaman selama 30 menit, telur diangkat dan diinkubasi dalam wadah penetasan yaitu akuarium berukuran 38 cm × 20 cm × 19,5 cm yang telah diisi air sebanyak 12,2 L dan dilengkapi sistem aerasi, dengan jumlah telur untuk setiap wadah penetasan sebanyak ±1500 butir. Pada perlakuan kontrol, telur yang telah terfertilisasi langsung diinkubasi dalam wadah penetasan yang suhunya 28-29 °C.

#### *Pemeliharaan larva*

Larva ikan hasil penetasan dipelihara selama 15 hari di dalam toples yang telah dicuci dan diisi air sebanyak 10 L serta dilengkapi sistem aerasi, dengan kepadatan 10 ekor/L. Pemberian pakan untuk larva diberikan pada umur 30-36 jam setelah menetas yang berupa *nauplii artemia* dengan interval waktu setiap 2 jam sekali, umur larva 5 hari diberi pakan cacing sutra (*Tubifex* sp) dengan interval waktu setiap 4 jam sekali. Pergantian air media pemeliharaan dilakukan saat larva umur 6 hari, sedangkan sisa-sisa pakan dibuang dengan cara penyifonan. Air yang berkurang ±20% karena penyifonan diganti. Pengamatan kualitas air dilakukan 2 kali sehari pada pagi dan sore hari dengan parameter suhu, pH dan oksigen terlarut. Suhu diukur dengan menggunakan termometer. pH diukur dengan menggunakan pH meter

digital dan oksigen terlarut diukur dengan DO meter.

#### *Identifikasi tetraploid*

Identifikasi tetraploid ditentukan dengan penghitungan jumlah maksimum nukleolus per sel yang dikonfirmasi oleh penghitungan jumlah kromosom. Preparasi nukleolus menggunakan metode Howell & Black (1980) yang dilakukan pada 30 sampel untuk setiap perlakuan, sedangkan preparasi kromosom menggunakan metode Kligerman & Bloom (1977) dengan menghitung jumlah kromosom berdasarkan jumlah yang sering muncul.

#### *Pengamatan parameter uji*

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah derajat penetasan, abnormalitas, sintasan dan persentase tetraploid.

Derajat penetasan adalah jumlah telur yang berhasil menetas menjadi larva dari jumlah telur yang ditetaskan (Hartono & Febriani 2013). Derajat penetasan dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Derajat Penetasan} = \frac{\sum \text{telur menetas}}{\sum \text{telur yang dibuahi}} \times 100$$

Abnormalitas larva ikan diamati dengan melihat morfologi larva yang bengkok dan juga pergerakan larva yang tidak normal seperti berputar-putar (Andriyanto *et al.* 2013). Abnormalitas dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Abnormalitas} = \frac{\sum \text{larva abnormal}}{\sum \text{larva seluruhnya}} \times 100$$

Sintasan adalah perbandingan jumlah ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan dengan jumlah ikan pada awal pemeliharaan (Effendi *et*

al. 2006). Sintasan dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Sintasan} = \frac{\sum \text{ikan akhir penelitian}}{\sum \text{ikan awal penelitian}} \times 100$$

Tingkat persentase tetraploid merupakan persentase jumlah ikan yang tetraploid dari jumlah ikan yang diamati untuk masing-masing perlakuan (Buulolo 2016). Persentase tetraploid dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase Tetraploid} = \frac{\sum \text{ikan tetraploid}}{\sum \text{ikan yang diamati}} \times 100$$

#### Analisis statistik

Data hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan uji ANOVA (*analysis of variance*) menggunakan perangkat lunak SPSS 16.0 dengan taraf kepercayaan 95% dan hasil yang berbeda nyata diuji menggunakan uji Duncan. Parameter persentase tetraploid dianalisis secara deskriptif.

#### Hasil

Derajat penetasan dengan pemberian perlakuan kejutan suhu dingin berkisar antara 1,6-22,83%, sedangkan pada perlakuan kontrol

derajat penetasan sebesar 57,8%. Hasil uji lanjut menunjukkan derajat penetasan tertinggi pada perlakuan yang diberi kejutan suhu yaitu pada perlakuan P6 sebesar 22,83% berbeda nyata dengan seluruh perlakuan. Hasil derajat penetasan menunjukkan bahwa semakin tinggi intensitas suhu yang diberikan maka hasil yang diperoleh semakin rendah.

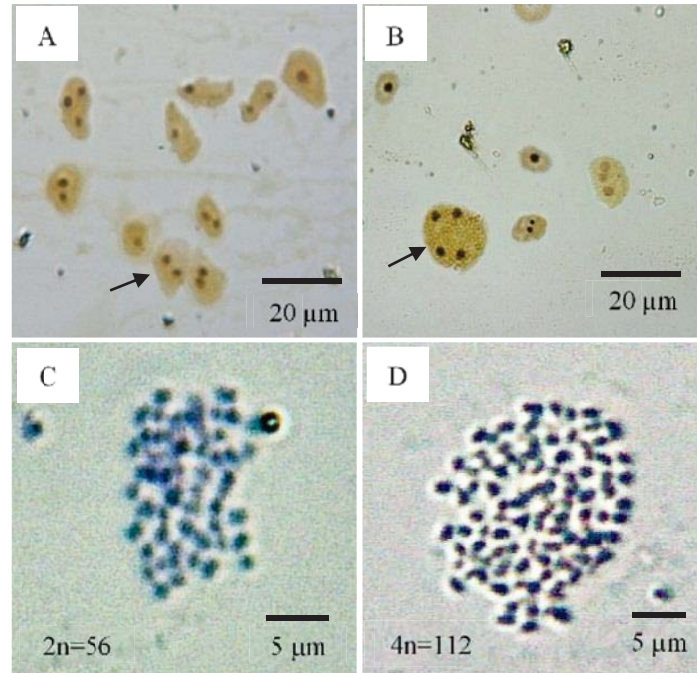
Abnormalitas pada perlakuan dengan pemberian kejutan suhu dingin berkisar antara 11,93-38,00%, sedangkan pada perlakuan kontrol abnormalitas sebesar 8,56%. Hasil uji lanjut menunjukkan abnormalitas tertinggi pada perlakuan yang diberi kejutan suhu yaitu perlakuan P1 sebesar 38% yang berbeda nyata dengan perlakuan P3, P4, P5 dan P6. Hasil abnormalitas menunjukkan bahwa semakin tinggi intensitas suhu yang diberikan maka persentase abnormalitas semakin tinggi.

Berdasarkan hasil uji statistik kejutan suhu dingin tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap sintasan. Derajat penetasan, abnormalitas dan sintasan larva ikan patin siam disajikan pada Tabel 1.

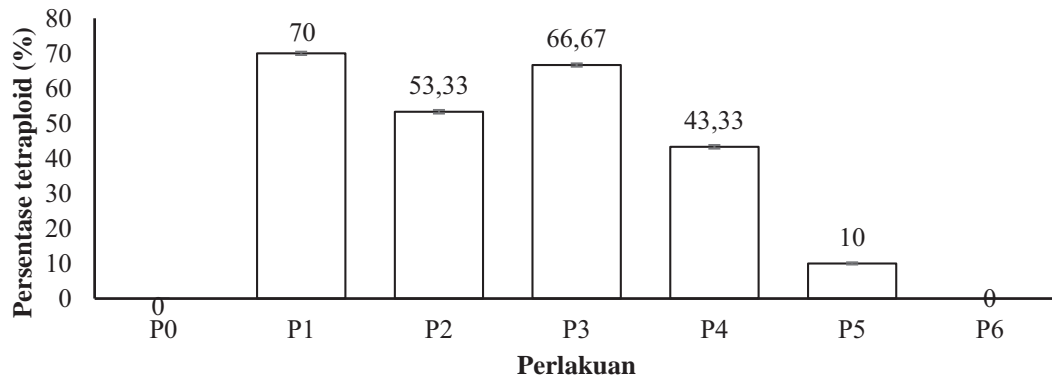
Tabel 1 Derajat penetasan, abnormalitas dan sintasan pada larva ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) menggunakan kejutan suhu dingin dengan suhu dan umur zigot yang berbeda.

Perlakuan	Parameter uji		
	Derajat penetasan (%)	Abnormalitas (%)	Sintasan (%)
P0	57,80±3,69 e	8,56±0,43 a	43,00±10,81 a
P1	1,60±0,51 a	38,00±8,61 c	30,33±8,02 a
P2	2,72±1,33 ab	31,51±6,04 bc	34,00±11,78 a
P3	3,78±0,30 ab	27,96±3,93 b	31,67±5,13 a
P4	5,38±1,02 b	16,74±2,26 a	32,00±8,88 a
P5	18,57±0,95 c	11,93±0,73 a	30,33±4,50 a
P6	22,83±0,46 d	12,55±1,14 a	34,00±5,00 a

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Kontrol (P0), suhu 8 °C umur zigot 29 msf (P1), suhu 8 °C umur zigot 31 msf (P2), suhu 12 °C umur zigot 29 msf (P3), suhu 12 °C umur zigot 31 msf (P4), suhu 16 °C umur zigot 29 msf (P5) dan suhu 16 °C umur zigot 31 msf (P6).



Gambar 1 Nukleolus dan kromosom ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) nukleolus diploid (A), nukleolus tetraploid (B), kromosom diploid (C) dan kromosom tetraploid (D). Tanda panah menunjukkan jumlah maksimum nukleolus.



Keterangan: Kontrol (P0), suhu 8 °C umur zigot 29 msf (P1), suhu 8 °C umur zigot 31 msf (P2), suhu 12 °C umur zigot 29 msf (P3), suhu 12 °C umur zigot 31 msf (P4), suhu 16 °C umur zigot 29 msf (P5) dan suhu 16 °C umur zigot 31 msf (P6).

Gambar 2 Persentase tetraploid pada ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) menggunakan kejutan suhu dingin dengan suhu dan umur zigot yang berbeda.

Gambar 1 menunjukkan variasi jumlah nukleolus dan jumlah kromosom pada ikan patin siam diploid dan tetraploid. Berdasarkan hasil pengamatan ikan diploid menunjukkan jumlah nukleolus maksimum yaitu 2 per sel, sedangkan pada ikan tetraploid jumlah nukleolus maksimum yaitu 4 per sel. Pada pengamatan

kromosom diperoleh jumlah kromosom diploid yaitu 56 ( $2n=56$ ) dan jumlah kromosom tetraploid yaitu 112 ( $4n=112$ ).

Hasil pengamatan persentase tetraploid dengan pemberian kejutan suhu dingin berkisar antara 0-70%, sedangkan pada perlakuan kontrol diperoleh sebesar 0%. Hasil pengamatan

persentase tetraploid menunjukkan bahwa semakin tinggi intensitas suhu yang diberikan maka persentase tetraploid yang diperoleh semakin tinggi, sedangkan semakin lama umur zigot maka persentase tetraploid yang diperoleh semakin rendah. Persentase tetraploidisasi ikan patin siam disajikan pada Gambar 2.

### Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan derajat penetasan, perlakuan (P0) merupakan perlakuan dengan derajat penetasan tertinggi dan perlakuan (P6) merupakan perlakuan dengan derajat penetasan terendah yang menunjukkan bahwa semakin tinggi intensitas suhu yang diberikan pada kejutan suhu dingin mengakibatkan penurunan persentase derajat penetasan. Derajat penetasan cenderung mengalami penurunan sejalan dengan semakin tinggi intensitas suhu yang diberikan (Nugraha *et al.* 2012). Menurut Gill *et al.* (2016) yang menyatakan rendahnya derajat penetasan disebabkan oleh pemberian kejutan suhu yang menyebabkan kerusakan pada fase embrio, sehingga mengalami kerusakan fisik, mengganggu proses pembelahan, merusak benang-benang spindel, mengganggu aktivitas enzim, pengerasan korion, dan hilangnya beberapa jumlah informasi genetik dalam kromosom.

Pengamatan abnormalitas dilakukan dengan melihat morfologi larva yang bengkok serta pergerakan larva yang tidak normal seperti berputar-putar. Abnormalitas tertinggi yaitu pada perlakuan (P1), sedangkan yang terendah pada perlakuan kontrol (P0). Hasil tersebut menjelaskan adanya pengaruh kejutan suhu dingin terhadap tingkat abnormalitas larva. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Campbell *et al.*

(2007) yang menyatakan bahwa abnormalitas terjadi sebagai akibat kejutan suhu yang diberikan, sehingga ada bagian dari sepasang kromosom homolog yang tidak dapat bergerak memisahkan diri pada waktu mitosis berlangsung. Hasil pengamatan abnormalitas menunjukkan bahwa semakin tinggi intensitas suhu yang diberikan maka persentase abnormalitas semakin tinggi. Menurut Mukti (2005), intensitas suhu yang tinggi dapat mengganggu aktivitas enzim penetasan yang mengakibatkan pengerasan pada korion, sehingga menghambat proses penetasan telur dan mengakibatkan terjadinya abnormalitas pada larva yang dihasilkan.

Hasil uji statistik menunjukkan kejutan suhu dingin dengan suhu dan umur zigot yang berbeda tidak berpengaruh terhadap sintasan larva. Hasil serupa juga diperoleh pada penelitian ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) (Nurasni 2012) dan pada ikan nilam (*Osteochilus vittatus*) (Eriani *et al.* 2017). Berdasarkan hasil sintasan yang diperoleh, sintasan termasuk dalam kategori sedang. Hal ini mengacu pada Effendie (1997) yang menyatakan bahwa kemampuan bertahan hidup di atas 50% digolongkan kategori baik, antara 30-50% digolongkan kategori sedang dan di bawah 30% termasuk jelek.

Sintasan tergolong dalam kategori sedang dikarenakan kualitas air selama masa pemeliharaan tidak optimal. Parameter kualitas air yang diukur yaitu suhu berkisar 26,5-29,2 oC termasuk dalam kisaran optimal. Menurut SNI:01-6483.4 (2000) suhu air optimal untuk pendederan ikan patin siam berkisar 27-30 oC. Pada parameter pH berkisar 8,46-8,65 dan parameter oksigen terlarut, 2-4,8 ppm tidak termasuk dalam kisaran optimal untuk

pendederan ikan patin siam. Menurut SNI:01-6483.4 (2000) oksigen terlarut air optimal untuk pendederan ikan patin siam berkisar  $>5$  ppm, sedangkan pH optimal untuk pendederan ikan patin siam berkisar 6,5-8,5.

Pengamatan persentase tetraploid pada setiap perlakuan dilakukan dengan pengamatan nukleolus dan dikonfirmasi dengan pengamatan kromosom. Jumlah nukleolus pada ikan patin siam tetraploid maksimum 4, sedangkan pada ikan diploid berjumlah maksimum 2. Phillips *et al.* (1986) mengemukakan, individu haploid mempunyai maksimum 1 nukleolus per sel, diploid mempunyai maksimum 2 nukleolus per sel dan triploid mempunyai maksimum 3 nukleolus per sel, sedangkan individu tetraploid memiliki jumlah nukleolus maksimum 4 per sel (Buulolo 2016). Hasil pengamatan kromosom membuktikan bahwa pada ikan patin siam tetraploid terdapat 112 jumlah kromosom dan pada ikan patin siam diploid jumlah kromosom yang diperoleh yaitu 56.

Persentase tetraploid melalui penghitungan jumlah maksimum nukleolus menghasilkan persentase ikan tetraploid dengan kisaran 0-70%. Menurut Bidwell *et al.* (1985) persentase tetraploid dipengaruhi oleh waktu fertilisasi akhir, suhu kejutan, dan lama kejutan. Selain itu persentase tetraploid menunjukkan bahwa semakin tinggi intensitas suhu yang diberikan maka persentase tetraploid yang diperoleh semakin tinggi, sedangkan semakin lama umur zigot maka persentase tetraploid yang diperoleh semakin rendah. Hal ini diduga suhu 8 °C dan 12 °C termasuk suhu sub-lethal sehingga mampu menghambat pembentukan spindle (mikrotubulus) pada saat pembelahan inti sel (nukleus), sedangkan pada suhu 16 °C tidak dapat untuk menghambat pembentukan spindle

pada saat pembelahan inti sel. Menurut Nurasni (2012), suhu kejutan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap induksi poliploidisasi pada setiap perlakuannya. Selain itu perlakuan kejutan suhu pada umur zigot kurang dari 30 msf (29 msf), merupakan waktu yang tepat terjadinya pembelahan mitosis I, sedangkan perlakuan kejutan suhu pada umur zigot lebih dari 30 msf (31 msf) terlambat untuk menghambat pembelahan mitosis I. Menurut Hershberger & Hostuttler (2007) waktu kejutan yang terlalu awal dari 30 msf lebih baik untuk menghambat pembelahan mitosis I dibandingkan waktu kejutan lebih dari 30 msf.

Hasil penelitian tetraploidisasi menggunakan kejutan suhu panas pada ikan patin siam menghasilkan persentase ikan tetraploid tertinggi yaitu 27,67% (Buulolo 2016). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa perlakuan kejutan suhu dingin lebih efektif dibandingkan kejutan panas untuk menghasilkan persentase ikan patin siam tetraploid. Hasil penelitian kejutan suhu dingin dengan suhu dan umur zigot yang berbeda untuk menginduksi ikan patin siam tetraploid dengan derajat penetasan, abnormalitas dan sintasan yang optimum yaitu pada suhu 12 °C dengan umur zigot 29 msf durasi selama 30 menit.

### Simpulan

Kondisi optimum tetraploidisasi pada ikan patin siam menggunakan kejutan dingin yaitu pada suhu 12 °C, umur zigot 29 msf dengan lama kejutan 30 menit.

### Daftar pustaka

Aloise DA, Maia-Lima FA, Oliveira RM, Cabral TM, Molina WF. 2011. Ploidy manipulation and polyploid detection in the white shrimp *Litopenaeus vannamei*

- (Boone 1931) (Decapoda, Penaeidae). *Marine Biotechnology*, 13(1): 41–47.
- Andriyanto W, Slamet B, Ariawan IMDJ. 2013. Perkembangan embrio dan rasio penetasan telur ikan kerapu raja sunu (*Plectropoma laevis*) pada suhu media berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(1):192-203.
- Bidwell CA, Chrisman CL, Libey G. 1985. Polyploidy induced by heat shock in channel catfish. *Aquaculture*, 51(1): 25–32.
- Buulolo A. 2016. Tetraploidisasi ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) dengan kejutan suhu panas. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Campbell NA, Reece JB, Mitchell LG. 2007. *Biologi*. Diterjemahkan oleh Lestari R, Adil Ellyzar IM, Anita N. Erlangga. Jakarta. 438 p.
- Effendi I, Bugri HJ, Widanarni. 2006. Pengaruh padat penebaran terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan gurame (*Osporonemus gouramy* Lac.) ukuran 2 cm. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 5(2): 127-135.
- Effendie MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 155 hlm.
- Eriani K, Syahril A, Muchlisin ZA. 2017. Effect of temperature shock on the triploidization success of seurukan fish (*Osteochilus vittatus*). *Biosaintifika*, 9(2): 298-303.
- Gamal EL, Davis KB, Jenkins JA, Torrains EL. 1999. Induction of triploidy and tetraploidy in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Journal of the World Aquaculture Society*, 30(2): 269-275.
- Gill HW, Kong HJ, An CN, Kim BS, Lim SG, Park IS. 2016. Cytogenetic study of diploid and induced tetraploid in Korean rose bitterling. *Rhodeus uyekii*. *Springer Plus*, 5(1): 186-195.
- Hartono DP, Febriani D. 2013. Pengaruh lama waktu pemberian kejutan dingin pada pembentukan individu triploid ikan patin (*Pangasius* sp.). *Aquasains*, 2(1): 61-68.
- Hershberger WK, Hostuttler MA. 2007. Protocols for more effective induction of tetraploid rainbow trout. *North American Journal of Aquaculture*, 69(4): 367–372.
- Howell WM, Black DA. 1980. Controlled silver staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: A 1-step method. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 36(8): 1014-1015.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2018. Industri Patin Indonesia Rebut Pasar Global [internet]. [diunduh 11 April 2018]. Tersedia pada: <https://kkp.go.id/artikel/3163-industri-patin-indonesia-rebut-pasar-global>.
- Kligerman AD, Bloom SE. 1977. Rapid chromosome preparation from solid tissues of fish. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 34(2): 266-269.
- Mukti AT. 2005. Perbedaan keberhasilan tingkat poliploidisasi ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn.) melalui kejutan panas. *Berkala Penelitian Hayati*, 10(2): 133-138.
- Nugraha D, Supardjo MN, Subiyanto. 2012. Pengaruh perbedaan suhu terhadap perkembangan embrio, daya tetas telur dan kecepatan penyerapan kuning telur ikan black ghost (*Apternotus albifrons*) pada skala laboratorium. *Jurnal of Management of Aquatic Resources*, 1(1): 1-6.
- Nurasni A. 2012. Pengaruh suhu dan lama kejutan panas terhadap ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *Indonesian Journal of Applied Sciences*, 2(1): 19-26.
- Phillips RB, Zajicek KD, Ihssen PE, Johnson O. 1986. Application of silver staining to the identification of triploid fish cells. *Aquaculture*, 54(4): 313-319.
- Rustidja. 2004. Analisa jumlah kromosom ikan mas koki (*Carassius auratus*) tetraploid yang dihasilkan dengan metode kejutan panas. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 6(1): 1-8.
- Sheehan RJ, Shasteen SP, Suresh AV, Kapuscinski AR, Seeb JE. 1999. Better growth in all-female diploid and triploid rainbow trout. *Transactions of the American Fisheries Society*, 128(3): 491-498.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia 01-6483.4. 2000. *Produksi benih ikan patin siam Pangasius hypophthalmus kelas benih sebar*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta

Solaiman, Sugihartono M. 2012. Performance pertumbuhan beberapa populasi patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 12(3): 28-34.

Weber GM, Hostuttler MA, Cleveland BM, Leeds TD. 2014. Growth performance comparison of intercross-triploid, induced triploid, and diploid rainbow trout. *Aquaculture*, 433(1): 85-93.

## Komposisi spesies dan distribusi ukuran hiu dan pari yang tertangkap di Selat Bali dan perairan sekitarnya serta kaitannya dengan pengelolaan perikanan

[Species composition and size distribution of sharks and rays caught in Bali Strait and its surrounding area and its relation to fisheries management]

Selvia Oktaviyani✉, Wanwan Kurniawan, Fahmi

Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI  
Jalan Pasir Putih 1, Ancol Timur, Jakarta Utara, 14430  
selvia.oktaviyani@lipi.go.id  
wanwan.lipi@gmail.com  
fahmi\_lipi@yahoo.com

Diterima: 14 September 2019; Disetujui: 18 Februari 2020

### Abstrak

Muncar merupakan salah satu sentra produksi hiu di Pulau Jawa dengan daerah tangkapan di perairan Selat Bali dan sekitarnya. Pendataan secara rutin terhadap hasil tangkapan hiu dan pari dilakukan sejak Bulan Mei 2018 hingga April 2019 di Pasar Ikan Brak dan Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Muncar, Banyuwangi untuk mengetahui komposisi spesies dan distribusi ukuran hiu dan pari yang tertangkap dari perairan Selat Bali dan sekitarnya. Pengumpulan data dilakukan secara sensus dan hampir seluruh individu diidentifikasi sampai tingkat spesies serta diukur. Tercatat 3.551 individu hiu dan pari yang didaratkan di wilayah tersebut selama kurun waktu penelitian, yang terdiri atas 75 spesies dan 25 famili (49 spesies hiu dan 26 spesies pari). Spesies hiu yang paling umum ditangkap berasal dari famili Carcharhinidae, sedangkan kelompok pari didominasi oleh famili Dasyatidae. Tercatat ada 13 spesies hiu dan pari Apendiks II CITES yang ditangkap oleh nelayan Muncar, yaitu *Carcharhinus falciformis*, *Alopias pelagicus*, *A. superciliosus*, *Isurus oxyrinchus*, *I. paucus*, *Sphyrna lewini*, *S. zygaena*, *Mobula mobular*, *M. tarapacana*, *M. thurstoni*, *Glaucostegus typus*, *Rhynchobatus australiae* dan *Rhina ancylostoma*. Sebagian besar hiu dan pari yang ditangkap nelayan berada pada ukuran yuwana hingga remaja, yang belum matang kelamin atau sedang menuju dewasa.

Kata penting: Carcharhinidae, CITES, Dasyatidae, Selat Bali

### Abstract

Muncar is one of the shark production centers in Java, where the fishing ground in Bali Strait and its surrounding area. Routine data collection was carried out from May 2018 to April 2019 at the Brak Fish Market and the Muncar Coastal Fishing Port (PPP), Banyuwangi to determine the species composition and size distribution of sharks and rays caught in Bali Strait and its surrounding area. Data collection was done by census and almost of all individuals were identified to species level and measured. During the study, 3.551 individuals of sharks and rays were landed in this port, consisting of 75 species from 25 families (48 species of sharks, one species of ghost shark and 26 rays species). The most common types of sharks belong to Carcharhinidae and for the rays was Dasyatidae. Among these, thirteen species were listed in Appendix II CITES, i.e. *Carcharhinus falciformis*, *Alopias pelagicus*, *A. superciliosus*, *Isurus oxyrinchus*, *I. paucus*, *Sphyrna lewini*, *S. zygaena*, *Mobula mobular*, *M. tarapacana*, *M. thurstoni*, *Glaucostegus typus*, *Rhynchobatus australiae* and *Rhina ancylostoma*. Most of sharks and rays caught were juvenile to adolescent and at immature or maturing stages.

Keywords: Carcharhinidae, CITES, Dasyatidae, Bali Strait

### Pendahuluan

Indonesia merupakan negara penangkap hiu dan pari terbesar di dunia (Stevens *et al.* 2000; Bonfil 2002; Fahmi & Dharmadi 2015; Okes & Sant 2019). Dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir (2005 hingga 2014), produksi kedua

komoditas perikanan tersebut mencapai lebih dari 100.000 ton/tahun (DJPT 2016). Menurut FAO (2018), sektor perikanan komersial berkontribusi cukup besar pada total produksi hiu dan pari, dibandingkan dengan perikanan artisanal atau perikanan berskala kecil lainnya.

Pada awalnya hiu dan pari ditangkap oleh nelayan sebagai hasil tangkapan sampingan, akan tetapi sejak tahun 80-an banyak nelayan yang menargetkan hiu dan pari karena harganya cukup tinggi (Anung & Widodo 2002; Fahmi & Dharmadi 2013).

Jika dilihat dari sisi keragaman spesies, Indonesia memiliki hampir 19% dari jumlah ikan-ikan bertulang rawan (Chondrichthyes) di dunia atau 69% dari keragaman spesies di wilayah Asia Tenggara. Ali *et al.* (2014; 2018) mencatat setidaknya ada 114 spesies hiu, 4 spesies hiu hantu (Chimaera) dan 106 pari yang hidup di perairan Indonesia, sedangkan di dunia diperkirakan ada sekitar 516 spesies hiu, 43 spesies hiu hantu dan 633 spesies pari (Compagno 1998a, Last *et al.* 2016). Menurut Ali & Lim (2012), Ali *et al.* (2013, 2014, 2018), setidaknya terdapat 329 spesies ikan dari kelompok Chondrichthyes yang hidup di perairan Asia Tenggara dari air tawar hingga ke laut dalam, terdiri atas 174 spesies hiu, 7 spesies hiu hantu dan 148 spesies pari. Keane-karagaman spesies hiu dan pari tertinggi di dunia berada di wilayah Indo Pasifik Barat, sedangkan hiu hantu berada dalam kategori sedang (Compagno 1998a-c).

Di sisi lain, kelompok ikan bertulang rawan juga memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi daripada kelompok ikan yang lain. Lambatnya laju pertumbuhan dan matang seksual, umur yang panjang, dan jumlah anak yang sedikit menjadikannya lebih terancam punah, terutama akibat eksploitasi yang berlebihan (Stevens *et al.* 2000, Bonfil 2002, Fahmi & Dharmadi 2013). Di Indonesia, hiu dan pari ditangkap sepanjang tahun dengan menggunakan berbagai jenis alat tangkap, seperti rawai, jaring hanyut, jaring insang,

pancing dan lainnya. Fahmi & Dharmadi (2013) menyatakan bahwa volume produksi hiu berfluktuasi setiap tahunnya, tetapi cenderung mengalami penurunan. Indikasi adanya penurunan stok populasi di beberapa wilayah Indonesia dapat dilihat dari makin lamanya hari melaut dan besarnya jarak tempuh menuju daerah penangkapan (Fahmi & Dharmadi 2013). Oleh karena itu, sejak tahun 2010 telah disusun Rencana Aksi Nasional (RAN) dengan beberapa program strategis untuk mendukung pengelolaan perikanan hiu dan pari di Indonesia.

Salah satu sentra pendaratan hiu dan pari di Provinsi Jawa Timur adalah PPP Muncar, Banyuwangi, Jawa Timur. Hariyan *et al.* (2015) mencatat dalam waktu tujuh bulan pengamatan (September 2014 hingga Maret 2015), ada 9.597 individu hiu yang didaratkan di pelabuhan tersebut dan hanya 13% yang berhasil dilakukan pendataan. Sayangnya, jumlah tersebut hanya fokus pada 12 spesies hiu. Informasi mengenai seluruh spesies hiu dan pari yang ditangkap di Selat Bali dan perairan sekitarnya masih sangat terbatas, padahal ketersediaan informasi tersebut sangat penting sebagai langkah awal untuk mengetahui potensi perikanan hiu dan pari di wilayah tersebut. Untuk mengatasi kesenjangan tersebut, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan informasi mengenai keragaman spesies dan distribusi ukuran hiu dan pari yang yang ditangkap di Selat Bali dan perairan sekitarnya dengan basis pendaratan di Pasar Ikan Brak dan PPP Muncar, Banyuwangi, Jawa Timur.

#### **Bahan dan metode**

Pengumpulan data dilakukan secara harian dari bulan Mei 2018 hingga April 2019 di Pasar Ikan Brak dan PPP Muncar, Banyuwangi, Jawa

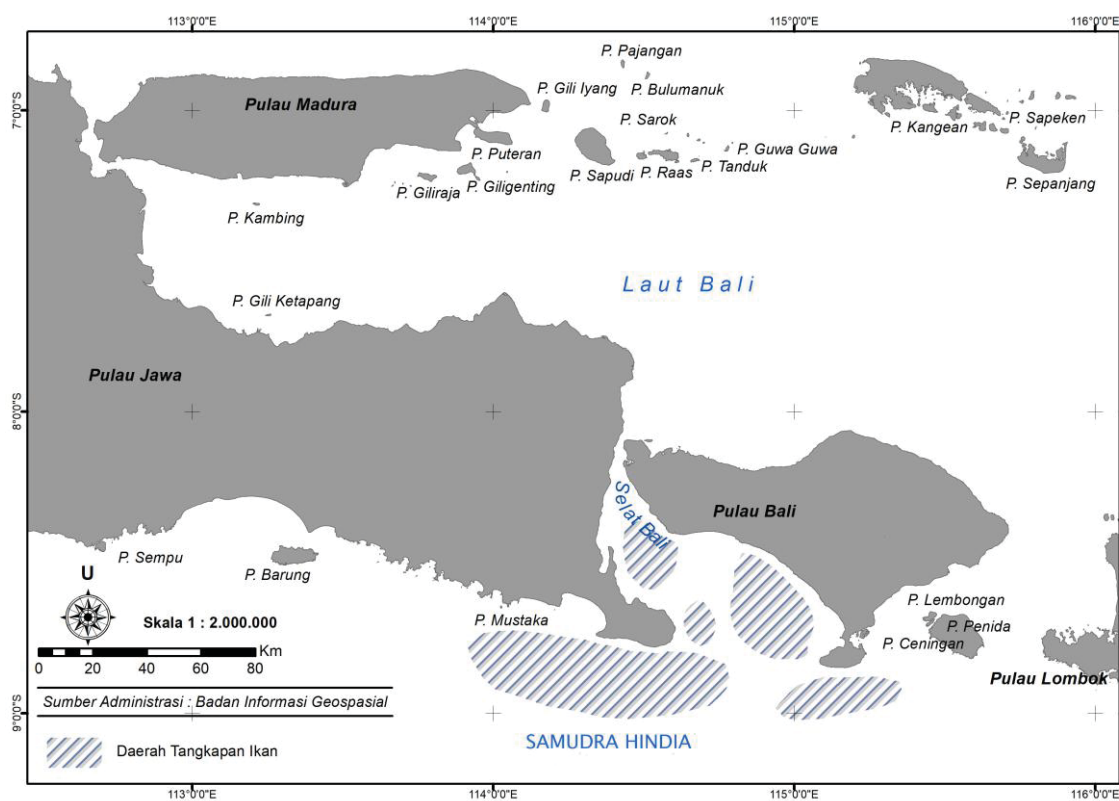
Timur (Gambar 1). Data yang dikumpulkan terdiri atas spesies hiu/pari, panjang total, lebar tubuh, jenis kelamin, tingkat kematangan kelamin dan panjang klasper (khusus individu jantan). Panjang total (*total length TL*) adalah panjang dari ujung moncong hingga ke bagian posterior ekor, dengan ekor berada pada posisi alami atau horizontal, sedangkan lebar tubuh (*disc width DW*) merupakan jarak terbesar antara kedua sisi badan atau sayap (Francis 2006; SEAFDEC 2017). Panjang total dan lebar tubuh diukur dalam satuan cm menggunakan *roll meter*, sedangkan pengukuran panjang klasper dilakukan dengan kaliper dalam satuan mm.

Hiu dan pari yang tertangkap dikelompokkan berdasarkan kategori ukuran maksimalnya. Hiu dibagi atas tiga kategori yaitu kecil (ukuran maksimal <1 m), sedang (1-2 m) dan

besar (> 2m); sedangkan pari dibuat berdasarkan ukuran maksimal lebar tubuhnya yaitu kecil (< 50 cm), sedang (50-100 cm), dan besar (> 1 m). Data ukuran maksimal hiu dan pari mengacu pada White *et al.* (2006) dan Last *et al.* (2016).

Jenis kelamin hiu dan pari ditentukan berdasarkan ada tidaknya klasper sebagai organ kopulasi jantan. Sementara itu, penentuan tingkat kematangan seksual mengikuti Pratt (1988) dan Stehmann (2002), dengan kriteria sebagai berikut:

- a. Yuwana/*Non calcified* (NC), belum matang kelamin: klasper belum mengandung kapur dan berkembang dengan baik, tidak keras, kecil dan sangat lembut;



Gambar 1 Peta lokasi penelitian dan daerah penangkapan ikan hiu dan pari oleh nelayan Muncar

Tabel 1. Komposisi spesies hiu yang ditangkap di Selat Bali dan perairan sekitarnya pada bulan Mei 2018 hingga April 2019

No	Famili	Nama Ilmiah	Status IUCN	Jumlah (ind.)	Kisaran panjang total (cm)
<b>Hiu besar (&gt; 2 m)</b>					
1	Alopiidae	<i>Alopias pelagicus</i>	EN	56	68-216
2	Alopiidae	<i>Alopias superciliosus</i>	VU	18	153-353
3	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i>	NT	3	154-184
4	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus brevipinna</i>	NT	237	90-307
5	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus falciformis</i>	VU	912	78-290
6	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus leucas</i>	NT	19	157-307
7	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus limbatus</i>	NT	4	149-187
8	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus obscurus</i>	EN	92	179-362
9	Carcharhinidae	<i>Galeocerdo cuvier</i>	NT	97	83-370
10	Carcharhinidae	<i>Negaprion acutidens</i>	VU	2	87-120
11	Carcharhinidae	<i>Prionace glauca</i>	NT	52	157-273
12	Carcharhinidae	<i>Triaenodon obesus</i>	NT	36	60,5-162
13	Hexanchidae	<i>Hexanchus griseus</i>	NT	1	235
14	Lamnidae	<i>Isurus oxyrinchus</i>	EN	13	135-275
15	Lamnidae	<i>Isurus paucus</i>	EN	6	167-234
16	Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i>	CR	299	45-312
17	Sphyrnidae	<i>Sphyrna zygaena</i>	VU	1	162
18	Stegostomatidae	<i>Stegostoma fasciatum</i>	EN	1	210
<b>Hiu sedang (&lt; 2 m)</b>					
19	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus amblyrhynchoides</i>	NT	34	145-263
20	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus melanopterus</i>	NT	100	46-149
21	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus sorrah</i>	NT	14	99-188
22	Centrophoridae	<i>Centrophorus squamosus</i>	VU	2	103-140
23	Hemigaleidae	<i>Hemipristis elongata</i>	VU	8	69-253
24	Hexanchidae	<i>Hexanchus nakamurai</i>	DD	7	129-163
25	Orectolobidae	<i>Orectolobus leptolineatus</i>	NE	32	55-117
26	Squatinae	<i>Squatina cf. nebulosa</i>	VU	4	105-153
<b>Hiu kecil (&lt; 1 m)</b>					
27	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus sealei</i>	NT	1	59
28	Carcharhinidae	<i>Loxodon macrorhinus</i>	LC	2	70-79
29	Carcharhinidae	<i>Rhizoprionodon acutus</i>	LC	23	26-99
30	Centrophoridae	<i>Centrophorus isodon</i>	DD	6	80-103
31	Centrophoridae	<i>Centrophorus cf. lusitanicus</i>	VU	1	95
32	Centrophoridae	<i>Centrophorus moluccensis</i>	DD	15	75-101
33	Centrophoridae	<i>Centrophorus sp.</i>		3	90-121
34	Chimaeridae	<i>Chimaera argiloba</i>	LC	13	60-95
35	Hemiscylliidae	<i>Chiloscyllium plagiosum</i>	NT	2	43-55
36	Hemiscylliidae	<i>Chiloscyllium punctatum</i>	NT	18	48,5-105,5
37	Hemigaleidae	<i>Hemitriakis indroyonoi</i>	NE	21	65,5-104
38	Hemigaleidae	<i>Hemigaleus microstoma</i>	VU	8	49-120
39	Hexanchidae	<i>Heptranchias perlo</i>	NT	15	94,5-115,5
40	Pseudocarchariidae	<i>Pseudocarcharias kamoharai</i>	LC	2	108-114
41	Scyliorhinidae	<i>Cephaloscyllium pictum</i>	NE	8	43-63
42	Scyliorhinidae	<i>Atelomycterus baliensis</i>	VU	2	41-44,5
43	Scyliorhinidae	<i>Atelomycterus marmoratus</i>	NT	251	41-67
44	Scyliorhinidae	<i>Halaelurus maculosus</i>	LC	50	32-67
45	Squalidae	<i>Squalus hemipinnis</i>	NT	1	74,8
46	Squalidae	<i>Squalus montalbani</i>	VU	8	39-77
47	Squalidae	<i>Squalus edmundsi</i>	NT	102	38,5-95
48	Triakidae	<i>Mustelus cf manazo</i>	DD	46	50-131
49	Triakidae	<i>Mustelus widodoi</i>	DD	1	110

Keterangan: CR = Critically Endangered, EN = Endangered, VU = Vulnerable, NT = Near Threatened, DD = Data Deficient, LC = Least Concern, NE = Not evaluated

- b. Remaja/ *Non full calcified* (NFC), menuju matang: klasper belum sepenuhnya mengeras dan berisi zat kapur, ukuran seng dan tetap lembut; dan
- c. Dewasa/ *Full calcified* (FC, matang kelamin: klasper telah mengeras seluruhnya dan ukuran besar.

Nisbah kelamin dihitung dari nilai perbandingan antara jumlah individu betina dengan keseluruhan jumlah individu. Selanjutnya, dilakukan uji chi-kuadrat untuk menilai homogenitas dari kedua nilai tersebut (Gay 1996). Analisis varian dua faktor (tanpa ulangan) dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh musim penangkapan dan jenis kelamin terhadap hasil tangkapan hiu dan pari di Selat Bali dan perairan sekitarnya. Pembagian musim penangkapan mengacu pada Wahju *et al.* (2013).

## Hasil

Selama penelitian diperoleh 3.551 individu hiu dan pari yang didaratkan di Pasar Ikan Brak dan PPP Muncar. Jumlah tersebut terdiri atas 49 spesies hiu dan 26 spesies pari (Tabel 1 dan Tabel 3). Spesies hiu yang tercatat diwakili oleh 16 famili, sedangkan pari terdiri atas delapan famili. Famili Carcharhinidae merupakan kelompok ikan bertulang rawan dengan jumlah spesies terbanyak yang ditangkap oleh nelayan, yaitu 16 spesies.

### *Kelompok hiu*

#### *Kategori hiu besar*

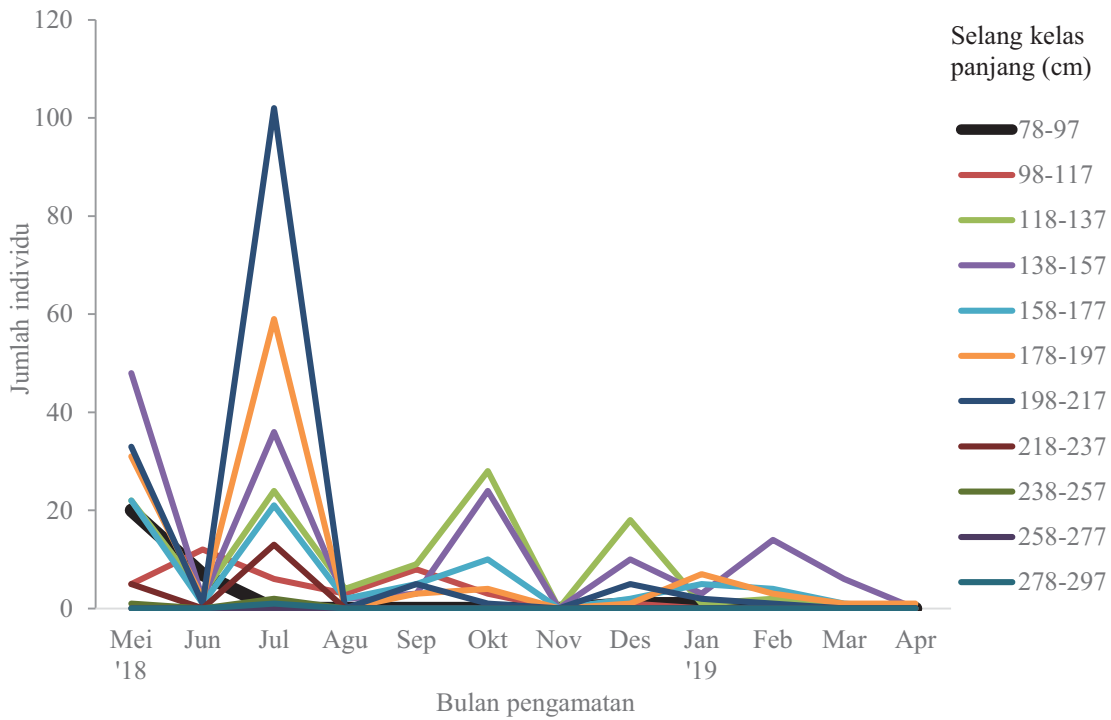
Terdapat 18 spesies hiu kategori besar yang ditangkap oleh nelayan di Selat Bali dan perairan sekitarnya. Hiu pada kategori ini merupakan hiu bernilai ekonomi tinggi di pasaran

Tabel 2. Nisbah kelamin *C. falciformis*, *S. lewini* dan *C. brevipinna* pada setiap bulan pengamatan

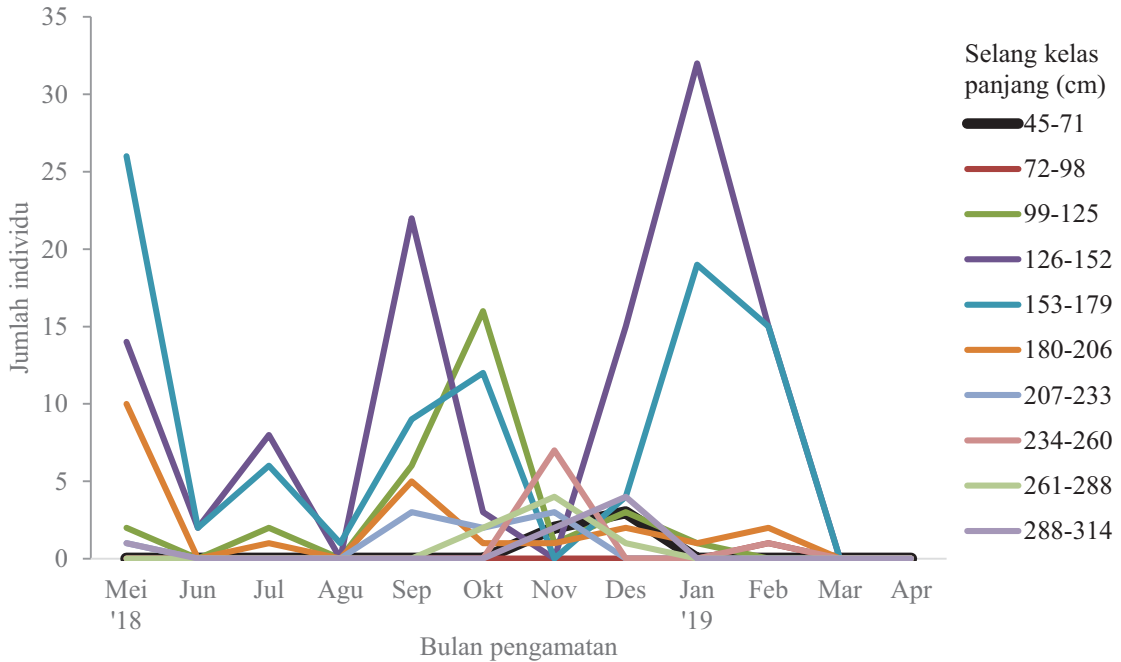
	Bulan pengamatan											
	Mei '18	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Jan '19	Feb	Mar	Apr
<i>C. falciformis</i>												
Jantan	69	10	100	5	11	31	0	17	10	16	4	0
Betina	118	7	89	6	22	39	0	21	9	8	4	1
Total	187	17	189	11	33	70	0	38	19	24	8	1
Nisbah kelamin	0,63*	0,41	0,47	0,55	0,67	0,56		0,55	0,47	0,33	0,50	1,00
<i>S. lewini</i>												
Jantan	32	0	12	0	24	16	1	7	18	17	0	0
Betina	18	4	8	1	21	20	19	25	28	16	0	0
Total	50	4	20	1	45	36	20	32	46	33	0	0
Nisbah kelamin	0,36*	1,00*	0,40	1,00	0,47	0,56	0,95*	0,78*	0,61	0,48		
<i>C. brevipinna</i>												
Jantan	29	1	2	4	7	1	18	22	1	4	0	1
Betina	41	0	1	2	19	2	48	11	5	6	0	0
Total	70	1	3	6	26	3	66	33	6	10	0	1
Nisbah kelamin	0,59	0,00	0,33	0,33	0,73*	0,67	0,73*	0,33	0,83	0,60		0,00

Catatan: \*signifikan berbeda pada tingkat kepercayaan 95%

Komposisi spesies dan distribusi ukuran hiu



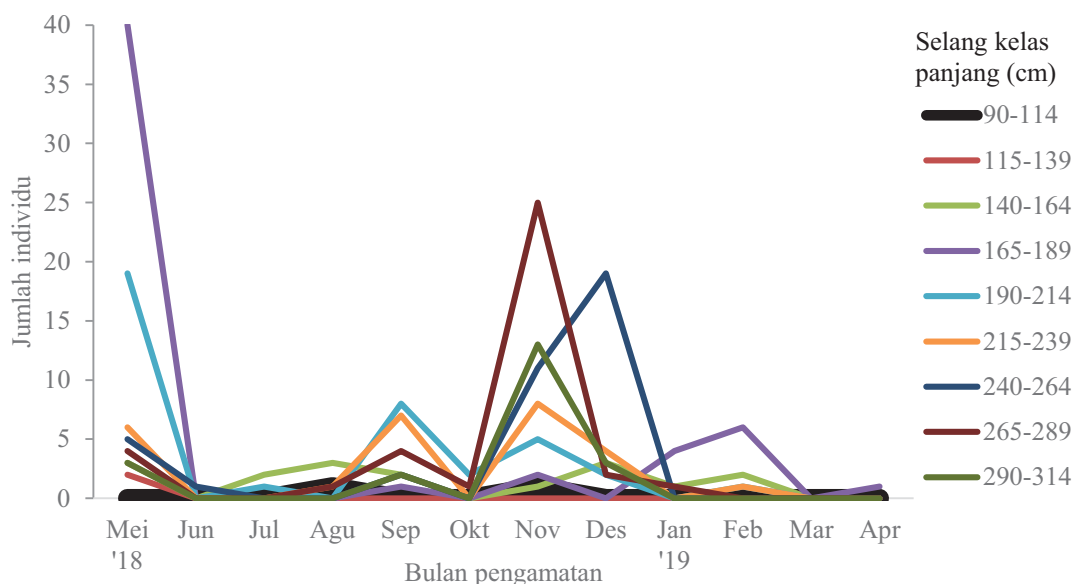
Gambar 2a. Distribusi ukuran tangkap *C. falciformis* pada setiap bulan pengamatan



Gambar 2b. Distribusi ukuran tangkap *S. lewini* pada setiap bulan pengamatan

nasional dan internasional karena memiliki ukuran yang besar, yaitu lebih dari dua meter. Terdapat tiga spesies hiu kategori besar yang

paling banyak tertangkap yaitu *Carcharhinus falciformis*, *Sphyrna lewini* dan *C. brevipinna*, yaitu 34%, 11% dan 9% dari jumlah individu



Gambar 2c. Distribusi ukuran tangkap *C. brevipinna* pada setiap bulan pengamatan

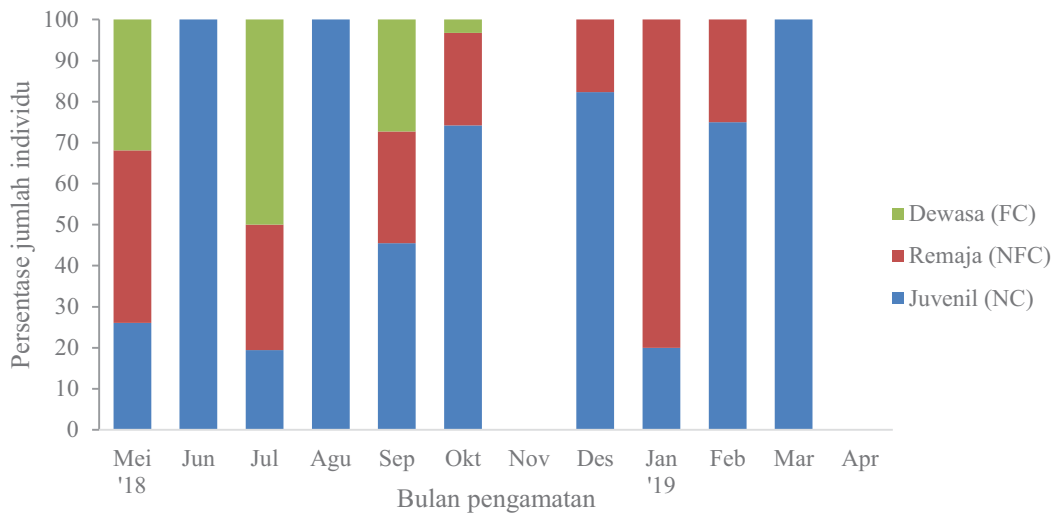
yang tercatat secara berurutan. Hiu kejen atau *C. falciformis* ditangkap pada panjang total 78-290 cm, hiu martil (*S. lewini*) 45-312 cm, dan hiu merak bulu atau *C. brevipinna* adalah 90-307 cm.

Secara keseluruhan, betina dari *C. Falciformis*, *S. lewini* dan *C. brevipinna* lebih banyak tertangkap dibandingkan dengan individu jantannya. Hasil uji chi-kuadrat terhadap nisbah kelamin ketiga spesies hiu tersebut menunjukkan adanya perbedaan jumlah jantan dan betina (berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%). Akan tetapi, jika dilihat dari proporsi jumlah jantan dan betina setiap bulannya, diketahui bahwa hampir tidak berbeda signifikan kecuali pada bulan-bulan tertentu (Tabel 2). Terdapat perbedaan jumlah individu *C. falciformis*, *S. lewini* dan *C. brevipinna* antara Tabel

2 dan Tabel 1, karena tidak seluruh individu tercatat jenis kelaminnya.

Distribusi ukuran tangkap *C. falciformis*, *S. Lewini*, dan *C. brevipinna* di Selat Bali dan perairan sekitarnya selama satu tahun pengamatan ditunjukkan pada Gambar 2a-c. Pada bulan Mei hingga Juni diperoleh cukup banyak yuwana hiu kejen *C. falciformis* dengan kisaran panjang total < 100 cm. Sementara itu, yuwana hiu merak bulu *C. brevipinna* hanya tertangkap satu individu di bulan Agustus dan November, tetapi pada bulan Mei terdapat empat individu betina dalam kondisi hamil. Berbeda dengan kedua spesies sebelumnya, yuwana hiu martil *S. lewini* dominan tertangkap pada bulan November hingga Desember. Sejak bulan September hingga Desember tercatat ada lima individu betina hamil.

Komposisi spesies dan distribusi ukuran hiu



Gambar 3. Tingkat kematangan kelamin *C. falciformis* jantan setiap bulan pengamatan



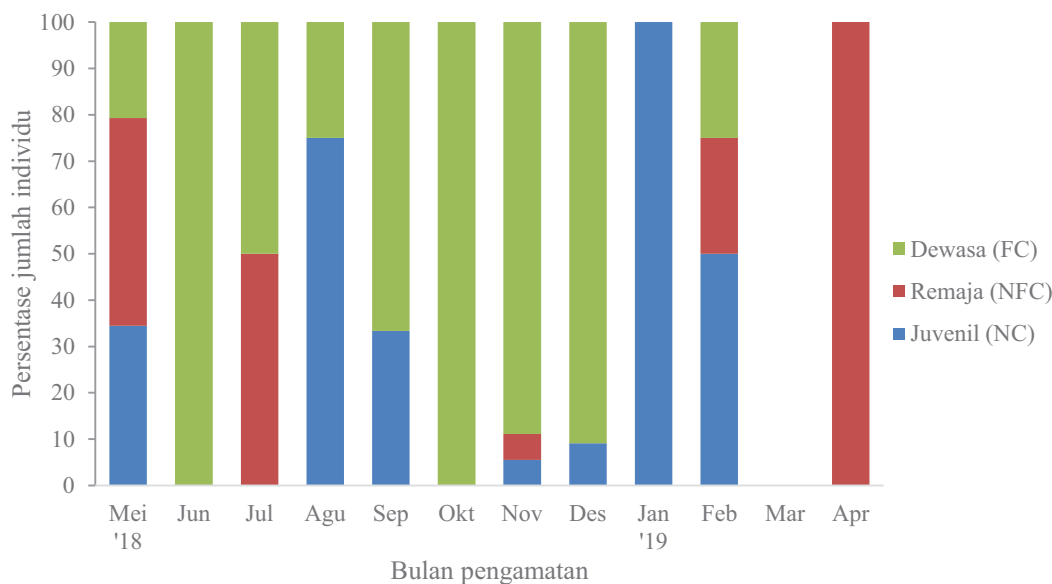
Gambar 4. Tingkat kematangan kelamin *S. lewini* jantan setiap bulan pengamatan

Secara keseluruhan hiu kejen jantan (*C. falciformis*) dan hiu martil jantan (*S. lewini*) lebih banyak ditangkap pada kondisi yang belum dewasa, yaitu pada stadia yuwana atau remaja (Gambar 3 dan Gambar 4). Hiu kejen jantan yang belum dewasa tertangkap sepanjang tahun kecuali bulan November dan April tidak ada data, sedangkan untuk hiu martil jantan dominan pada bulan September hingga Februari. Sementara itu, untuk hiu merak bulu (*C. brevipinna*) lebih banyak tertangkap individu

jantan dewasa dibandingkan anaknya (Gambar 5).

Kategori hiu sedang

Berdasarkan Tabel 1, terdapat delapan spesies hiu kategori sedang yang ditangkap oleh nelayan Muncar. Tiga spesies yang paling banyak tertangkap, terdiri atas *Carcharhinus melanopterus*, *C. amblyrhynchoides* (Carcharhinidae) dan *Orectolobus leptolineatus* (Orectolobidae). Akan tetapi, ketiganya hanya mewakili sekitar 6% dari seluruh individu hiu yang



Gambar 5. Tingkat kematangan kelamin *C. brevipinna* jantan setiap bulan pengamatan

tercatat selama satu tahun pengamatan. Hiu kategori sedang umumnya merupakan hasil tangkapan sampingan dari jaring insang, kecuali *C. melanopterus* dan *C. amblyrhynchoides* yang juga banyak ditangkap oleh nelayan rawai. Pada bulan Desember hingga April ditemukan tujuh individu *C. amblyrhynchoides* dalam kondisi hamil dengan jumlah anak 2 hingga 8 individu dengan panjang total berkisar antara 60-71 cm.

#### Kategori hiu kecil

Berdasarkan jumlah spesies yang tercatat, kelompok hiu kecil yang berukuran kurang dari satu meter lebih banyak ditangkap oleh nelayan Muncar, yaitu 23 spesies atau sekitar 47% dari total spesies hiu (Tabel 1). Kelompok ini banyak ditangkap sebagai hasil tangkapan sampingan dari nelayan jaring insang dasar di sekitar pesisir Selat Bali dengan kedalaman yang relatif tidak terlalu dalam. Spesies yang paling banyak tertangkap pada kategori ini adalah hiu tokek

*Atelomycterus marmoratus*, sekitar 9% dari total seluruh individu hiu yang tercatat atau 42% dari jumlah kelompok hiu dengan kategori ukuran kecil. Selain itu, terdapat beberapa spesies hiu lainnya seperti hiu botol, hiu bambu dan hiu hantu. Spesies hiu hantu yang tertangkap nelayan adalah *Chimaera argiloba* dengan kisaran panjang total 60-95 cm.

#### Kelompok pari

Kelompok ikan pari cukup banyak ditangkap oleh nelayan Muncar, baik untuk kategori pari kecil (lebar tubuh maksimal < 50 cm), pari sedang (50-100 cm) maupun pari besar (>1 m). Kelompok ikan ini ditangkap dengan menggunakan rawai dasar dan jaring insang, tetapi umumnya merupakan hasil tangkapan sampingan. Spesies pari yang paling umum ditangkap berasal dari famili Dasyatidae yaitu 12 spesies (Tabel 3).

Tabel 3. Komposisi spesies pari yang ditangkap di Selat Bali dan perairan sekitarnya

No	Famili	Nama Ilmiah	Status IUCN	Jumlah (Ind.)	Kisaran ukuran tubuh (cm)
<b>Pari besar (&gt; 1 m DW)</b>					
1	Aetobatidae	<i>Aetobatus ocellatus</i>	VU	9	48-196 cm DW
2	Dasyatidae	<i>Bathytoshia lata</i>	LC	1	160 cm DW
3	Dasyatidae	<i>Hemistrygon bennettii</i>	NE	20	18-79 cm DW
4	Dasyatidae	<i>Himantura uarnak</i>	VU	17	28-212 cm DW
5	Dasyatidae	<i>Maculabatis gerrardi</i>	VU	9	23-75 cm DW
6	Dasyatidae	<i>Pastinachus ater</i>	LC	3	44-141 cm DW
7	Dasyatidae	<i>Pateobatis fai</i>	VU	2	78-96 cm DW
8	Dasyatidae	<i>Taeniurops meyeri</i>	VU	12	103-160 cm DW
9	Dasyatidae	<i>Urogymnus asperrimus</i>	VU	1	65 cm DW
10	Glaucostegidae	<i>Glaucostegus typus</i>	CR	6	37-98 cm DW
11	Gymnuridae	<i>Gymnura poecilura</i>	NT	10	27-104 cm DW
12	Gymnuridae	<i>Gymnura zonura</i>	VU	31	26-105 cm DW
13	Mobulidae	<i>Mobula mobular</i>	EN	105	100-242 cm DW
14	Mobulidae	<i>Mobula tarapacana</i>	EN	12	190-294 cm DW
15	Mobulidae	<i>Mobula thurstoni</i>	EN	139	71-208 cm DW
16	Rhinidae	<i>Rhina ancylostoma</i>	CR	7	167-250 cm TL
17	Rhinidae	<i>Rhynchobatus australiae</i>	CR	6	61-122 cm TL
<b>Pari sedang (50-100 cm DW)</b>					
18	Myliobatidae	<i>Aetomylaeus maculatus</i>	EN	2	49-75 cm DW
19	Rhinobatidae	<i>Rhinobatos jimbarenensis</i>	NE	45	19,5-91 cm TL
20	Rhinobatidae	<i>Rhinobatos penggali</i>	VU	34	25-95 cm TL
21	Myliobatidae	<i>Myliobatis hamlyni</i>	NT	4	43-57 cm DW
<b>Pari kecil (&lt; 50 cm DW)</b>					
22	Dasyatidae	<i>Brevitrygon walga</i>	NT	3	20-22,5 cm DW
23	Dasyatidae	<i>Hemistrygon parvonigra</i>	DD	4	19-22 cm DW
24	Dasyatidae	<i>Neotrygon caeruleopunctata</i>	NE	282	11,5-39 cm DW
25	Dasyatidae	<i>Taeniura lymma</i>	NT	97	11,5-38 cm DW
26	Rajidae	<i>Orbiraja cf powelli</i>	DD	1	26,5 cm DW

Keterangan: CR = *Critically Endangered*, EN = *Endangered*, VU = *Vulnerable*, NT = *Near Threatened*, DD = *Data Deficient*, LC = *Least Concern*, DW = *lebar tubuh*, TL = *panjang total*, NE = *Not evaluated*

#### Kategori pari besar

Spesies pari kategori besar yang diperoleh selama penelitian ini adalah 17 spesies atau sekitar 45% dari seluruh spesies pari yang ditangkap oleh nelayan. Terdapat dua spesies pari besar yang paling banyak tertangkap, yaitu *M. thurstoni* dan *M. mobular* (lempengan catak dalam bahasa lokal). Keduanya berkontribusi sekitar 28% dari seluruh individu pari yang tercatat dalam satu tahun pengamatan. Ukuran lebar tubuh untuk kedua spesies pari tersebut secara berurutan berkisar antara 71-208 cm

untuk *M. thurstoni* dan 100-242 cm untuk *M. mobular*.

Selama penelitian ditemukan lebih banyak individu betina *M. thurstoni* dan *M. mobular* yang tertangkap daripada individu jantannya. Secara keseluruhan, jumlah individu jantan dan betina tidak berbeda secara signifikan (pada tingkat kepercayaan 95%), kecuali pada bulan Juni dan Mei (Tabel 4). Tidak seluruh individu dapat diamati jenis kelaminnya, sehingga jumlah individu *M. thurstoni* dan *M. mobular* pada Tabel 4 berbeda dengan Tabel 3.

Tabel 4. Nisbah kelamin *M. thurstoni*, *M. mobular* dan *Neotrygon caeruleopunctata* pada setiap bulan pengamatan

	Bulan pengamatan											
	Mei '18	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Jan '19	Feb	Mar	Apr
<i>M. thurstoni</i>												
Jantan	2	4	10	8	7	6	2	3	2	2	2	0
Betina	24	7	8	8	7	12	3	7	3	1	2	1
Total	26	11	18	16	14	18	5	10	5	3	4	1
NK	0,92*	0,64	0,44	0,50	0,50	0,67	0,60	0,70	0,60	0,33	0,50	1,00
<i>M. mobular</i>												
Jantan	6	2	1	6	4	5	3	4	0	1	0	4
Betina	6	3	7	5	7	6	7	6	2	1	0	6
Total	12	5	8	11	11	11	10	10	2	2	0	10
NK	0,50	0,60	0,88*	0,45	0,64	0,55	0,70	0,60	1,00	0,50		0,60
<i>N. caeruleopunctata</i>												
Jantan	4	4	22	14	22	5	2	14	2	5	11	5
Betina	12	3	43	23	17	12	2	20	3	16	6	7
Total	16	7	65	37	39	17	4	34	5	21	17	12
NK	0,75*	0,43	0,66*	0,62	0,44	0,71	0,50	0,59	0,60	0,76*	0,35	0,58

Catatan: \*signifikan berbeda pada tingkat kepercayaan 95% NK= nisbah kelamin

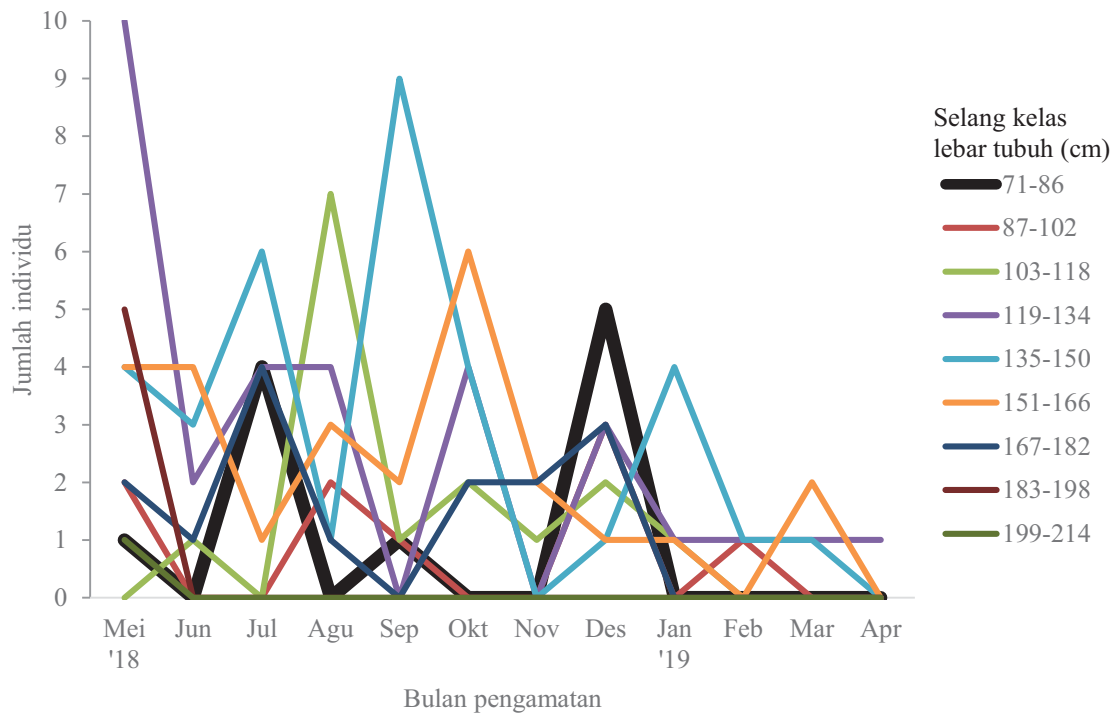
Distribusi ukuran tangkap *M. thurstoni* dan *M. mobular* ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7. Yuwana *M. thurstoni* tercatat ditangkap pada bulan Mei, Juli, September dan Desember, sedangkan *M. mobular* hanya diperoleh pada bulan Mei. Kedua spesies mobula tersebut ditangkap sepanjang tahun, tetapi dari sisi jumlah individu melimpah pada bulan Mei hingga Desember.

Berdasarkan kondisi klaspernya, kedua spesies pari mobula jantan lebih banyak ditangkap pada kondisi belum matang kelamin. Lebih dari 50%, klasper masih berukuran kecil hingga sedang, lunak dan agak mengeras sebagian atau dengan kata lain masih pada stadia yuwana dan remaja (Gambar 8 dan Gambar 9).

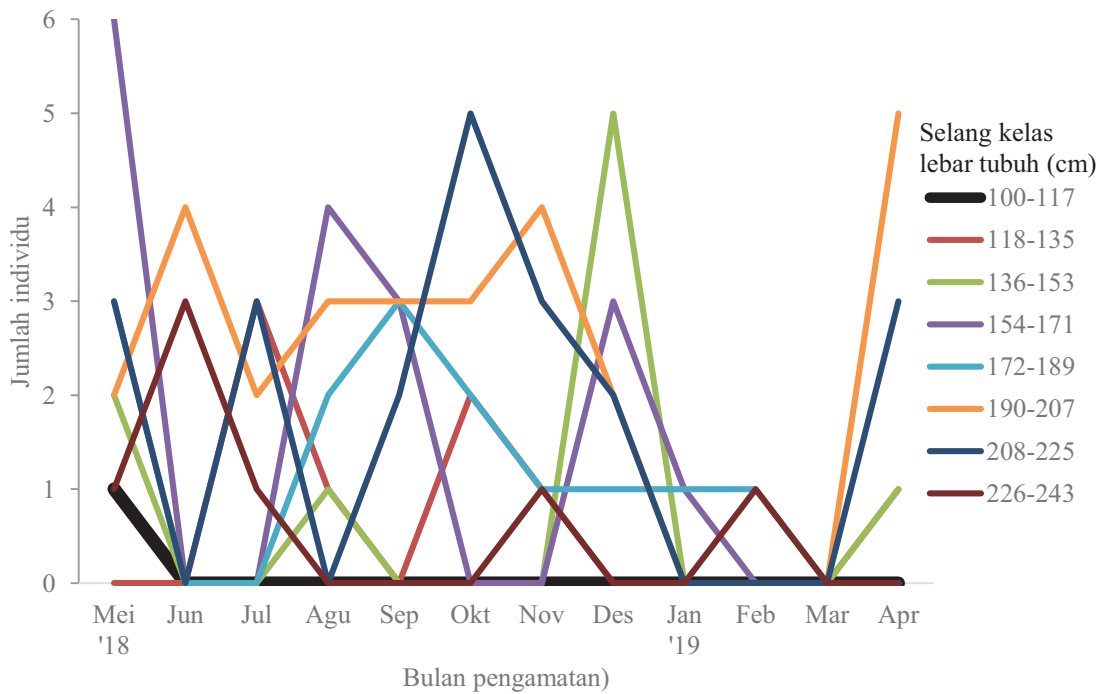
#### Kategori pari sedang

Pari kategori sedang yang tercatat selama penelitian hanya berjumlah empat spesies dari 26 spesies total pari yang ditangkap oleh nelayan di Selat Bali dan perairan sekitarnya. Dari jumlah tersebut, terdapat spesies pari sedang yang cukup melimpah adalah *R. jimbaranensis* dan *R. penggali* (pait-pait dalam bahasa lokal) dengan jumlah individu sebesar 53% dan 40% untuk total individu pari kategori sedang secara berurutan. Kedua spesies tersebut mendominasi pada kategori ini dan ditangkap pada ukuran 19,5-91 cm TL untuk *R. jimbaranensis* dan 25-95 cm TL untuk *R. penggali*.

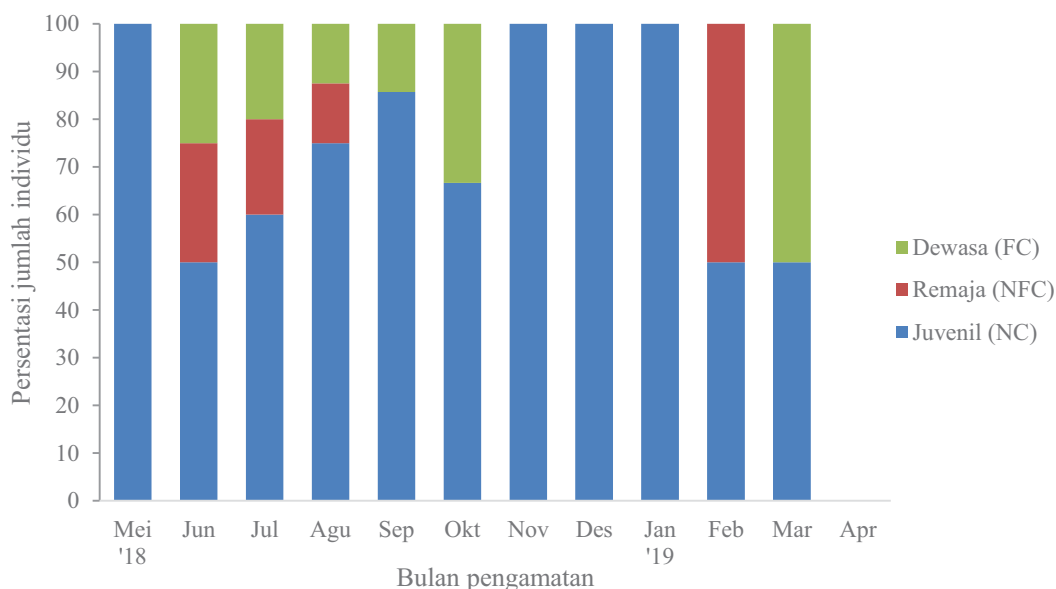
Komposisi spesies dan distribusi ukuran hiu



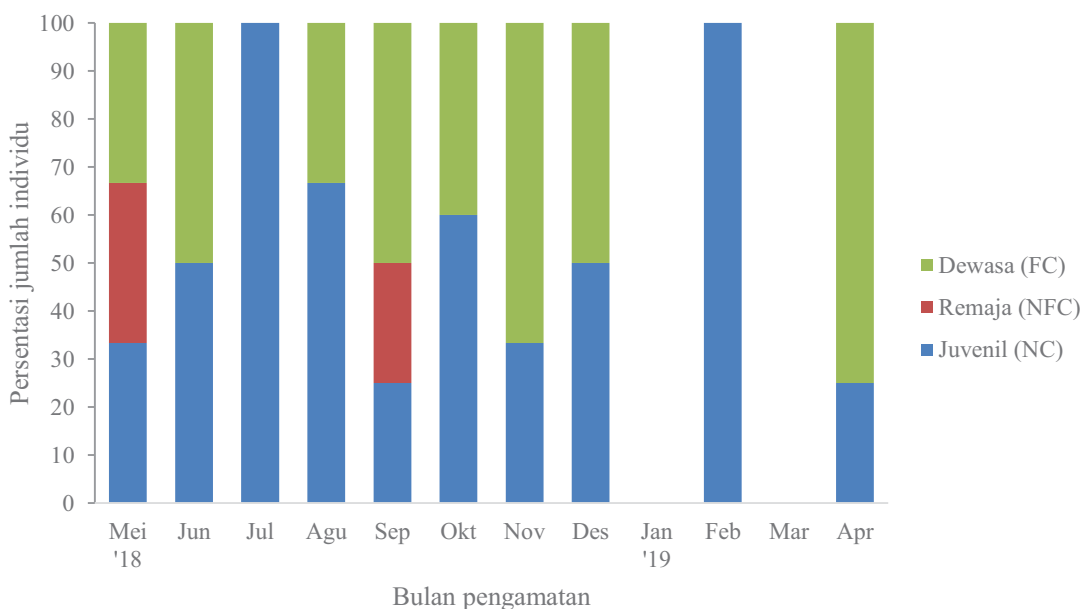
Gambar 6. Distribusi ukuran tangkap *M. thurstoni* pada setiap bulan pengamatan



Gambar 7. Distribusi ukuran tangkap *M. mobular* pada setiap bulan pengamatan



Gambar 8. Tingkat kematangan kelamin *M. thurstoni* jantan setiap bulan pengamatan



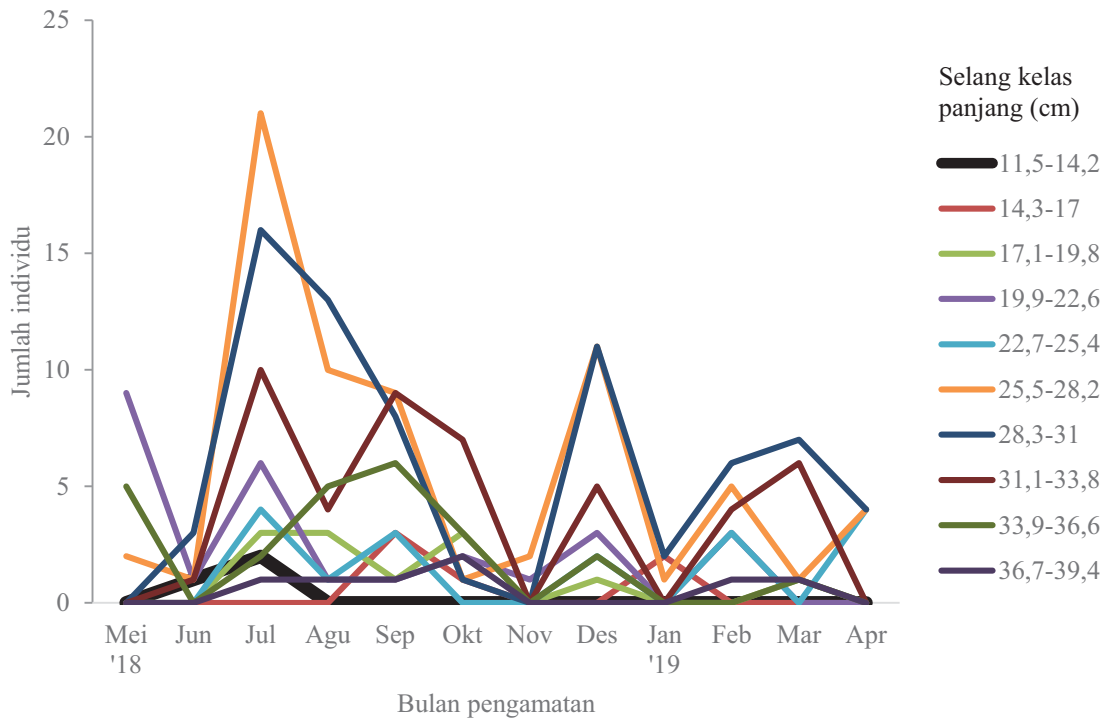
Gambar 9. Tingkat kematangan kelamin *M. mobular* jantan setiap bulan pengamatan

Kategori pari kecil

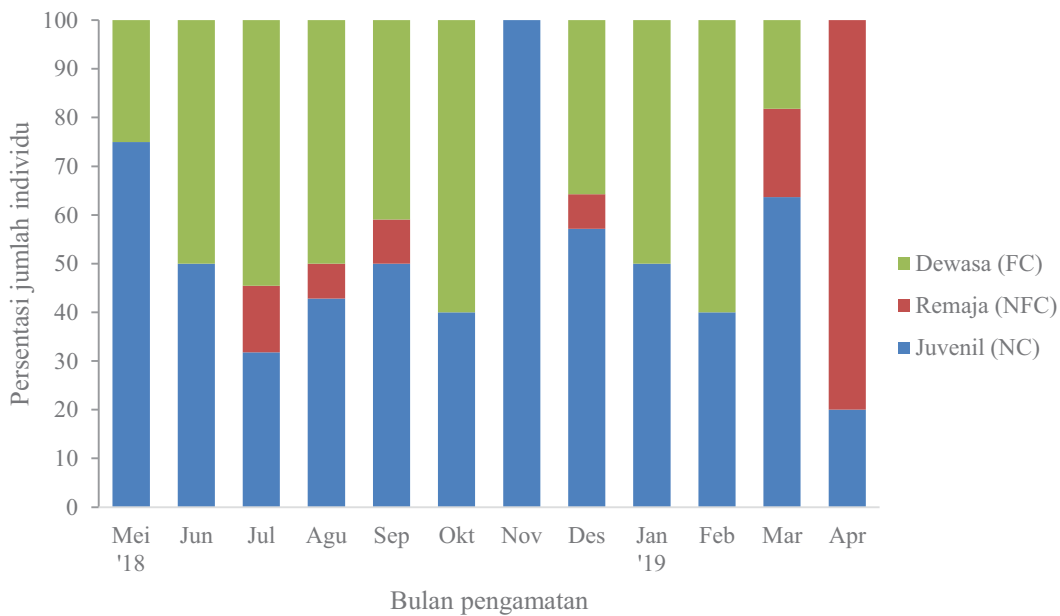
Spesies pari pada kategori kecil hanya ditemukan lima spesies. Kelompok pari ini adalah spesies yang memiliki ukuran lebar tubuh yang sangat kecil, yaitu kurang dari 50 cm. Spesies kategori pari kecil yang paling melimpah adalah

pari totol *N. caeruleopunctata*. Spesies ini umumnya ditangkap pada kisaran lebar tubuh 11,5-39 cm DW. Jika dilihat dari jumlah individu, spesies ini paling banyak ditangkap dibandingkan kedua spesies pari mobula diatas.

Komposisi spesies dan distribusi ukuran hiu



Gambar 10. Distribusi ukuran tangkap *N. caeruleopunctata* pada setiap bulan pengamatan



Gambar 11. Tingkat kematangan kelamin *N. caeruleopunctata* jantan setiap bulan pengamatan

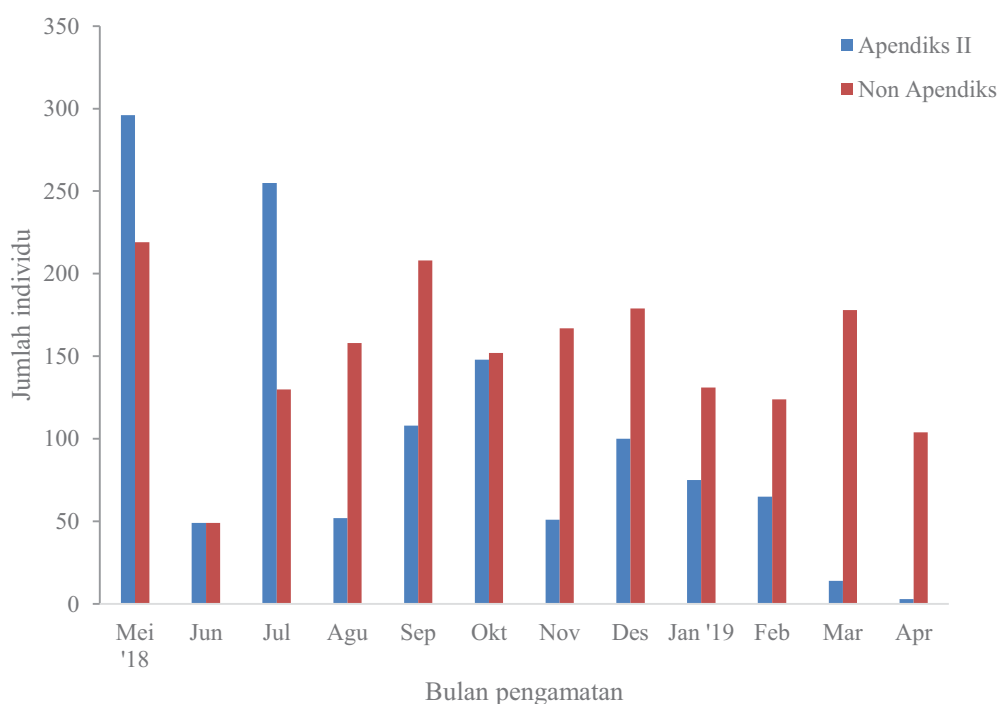
Pari total *N. caeruleopunctata* berkontribusi sekitar 33% dari jumlah total individu pari.

Berdasarkan Tabel 4, spesies ini lebih banyak didominasi oleh individu betina dibandingkan jantan. Akan tetapi, hasil uji chi-kuadrat

menyatakan bahwa jumlah antara individu jantan dan betina tidak berbeda nyata setiap bulannya, kecuali bulan Februari, Mei dan Juli. Pada bulan-bulan tersebut, individu betina yang ditangkap hampir dua hingga tiga kali lipat dari individu jantan. Uji chi-kuadrat dilakukan pada tingkat kepercayaan 95%. Gambar 10 menunjukkan distribusi ukuran tangkap dari *N. caeruleopunctata* di Selat Bali. Pada umumnya

setiap bulannya spesies ini ditangkap pada ukuran yang sedang ( $> 20$  cm DW). Akan tetapi, yuwanya juga tercatat tertangkap pada bulan Juni dan Juli.

Sekitar 59% *N. caeruleopunctata* jantan yang ditangkap nelayan masih dalam kondisi belum matang seksual, yaitu pada kategori yuwana atau remaja. Kondisi ini ditemukan pada setiap bulan pengamatan (Gambar 11).



Gambar 12. Hasil tangkapan ikan bertulang rawan yang terdaftar dalam Apendiks II CITES dan non Apendiks

Tabel 5. Rata-rata jumlah tangkapan berdasarkan musim penangkapan dan jenis kelamin

Musim penangkapan	Jantan (individu)	Betina (individu)
Musim paceklik (Desember - Februari)	91	125
Musim sedang I (Maret - Mei)	97	132
Musim puncak (Juni – September)	91	123
Musim sedang II (Oktober – November)	102	149

Tabel 6. Hasil analisis varian dua faktor (tanpa ulangan)

Sumber Ragam	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F-hitung	P-value	F-tabel
Musim	449,3359	3	149,7786	6,1840	0,0843	9,2766
Jenis Kelamin	2.750,4530	1	2.750,4530	113,5597	0,0017	10,1279
Error	72,6609	3	24,2203			
Total	3.272,4500	7				

Evaluasi tingkat kematangan seksual individu jantan dapat dilakukan melalui pengamatan terhadap kondisi klaspernya. Sementara itu 41% sisanya dalam keadaan sudah dewasa dan dominan ditangkap pada bulan Juli hingga September.

#### *Hiu dan pari apendiks II CITES dan non apendiks*

Berdasarkan total spesies ikan bertulang rawan (Tabel 1 dan Tabel 3) yang ditangkap nelayan Muncar di Selat Bali dan perairan sekitarnya, terdapat 13 spesies hiu dan pari yang telah masuk Apendiks II CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*). Hampir sepanjang tahun hasil tangkapan hiu dan pari didominasi oleh kelompok non Apendiks, kecuali bulan Mei hingga Juli (Gambar 12). Jumlah tangkapan hiu dan pari Apendiks II CITES lebih tinggi pada bulan-bulan tersebut karena ada kontribusi yang sangat besar dari hiu kejen *C. falciformis*. Pada umumnya spesies ikan bertulang rawan yang masuk daftar konvensi perdagangan internasional ini merupakan hiu dan pari kategori besar yang secara intensif ditangkap, baik sebagai target maupun hasil tangkapan sampingan.

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh musim penangkapan terhadap hasil tangkapan hiu dan pari di Selat Bali dan perairan seki-

tarnya, dilakukan analisis varian dua faktor (Tabel 6) berdasarkan data hasil tangkapan bulanan pada empat musim yang berbeda berdasarkan jenis kelamin. Diasumsikan bahwa upaya penangkapan (jumlah trip kapal) relatif konstan tiap bulan, sehingga hasil tangkapan mencerminkan ketersediaan ikan di alam dan hasil tangkapan bisa dipakai menggantikan *Catch per Unit Effort* (CPUE) yang umumnya digunakan sebagai indikator musim penangkapan.

Berdasarkan uji varian tidak ditemukan perbedaan nyata hasil tangkapan per bulan pada keempat musim tersebut ( $F\text{-hitung} < F\text{-tabel}$  dan  $P\text{-value} > 0,05$ ). Hasil tangkapan (per bulan) pada tiap musim relatif seragam yakni 214-251 ekor. Namun terdapat perbedaan nyata hasil tangkapan per bulan berdasarkan jenis kelamin ( $F\text{-hitung} > F\text{-tabel}$  dan  $P\text{-value} < 0,05$ ). Jumlah betina nyata lebih besar (132 ekor/bulan) daripada jumlah jantan (95 ekor/bulan).

## **Pembahasan**

### *Kelompok hiu*

Nelayan Muncar menangkap hiu dan pari menggunakan alat tangkap rawai dasar, rawai hanyut, dan jaring insang, dengan daerah penangkapan ikan di sekitar Selat Bali dan perairan sekitarnya, seperti Samudra Hindia, Kedongan Bali dan perairan Madura. Selain di

lokasi tersebut, nelayan target juga menangkap hiu kategori besar hingga ke Selat Makassar, perairan Kalimantan dan Sulawesi (Wilayah Pengelolaan Perikanan RI 712 dan 713) pada bulan Mei hingga Oktober. Informasi tersebut diperoleh berdasarkan hasil wawancara dengan nelayan di sekitar pelabuhan. Pada umumnya, hiu dan pari yang telah ditangkap nelayan akan langsung masuk ke gudang pengepul, sehingga tidak ada proses pelelangan di pelabuhan tersebut. Tetapi, nelayan juga ada yang menjual dan memasarkannya di Pasar Ikan Brak, khususnya untuk spesies-spesies yang berukuran kecil.

Penelitian ini mencatat spesies hiu yang ditangkap di sekitar perairan tersebut cukup beragam, yaitu 49 spesies (48 spesies hiu dan satu spesies hiu hantu). Jumlah ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian lain di beberapa tempat pendaratan, seperti 12 spesies hiu di PPP Muncar (Hariyan *et al.* 2015), 16-32 spesies hiu di Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Cilacap (Dharmadi *et al.* 2009, Prihatingsih *et al.* 2018), 47 spesies di Tanjung Luar, 49 spesies di Kedongan, 27 spesies di Palabuhanratu, 5 spesies di Kupang dan 4 spesies di Merauke (Dharmadi *et al.* 2009). Perbedaan jumlah spesies dan jumlah individu dapat disebabkan oleh adanya perbedaan daerah penangkapan ikan dan alat tangkap yang digunakan (Fahmi & Dharmadi 2013). Nelayan Muncar tidak hanya menangkap hiu yang bersifat oseanik, tetapi juga hiu-hiu kecil yang umumnya hidup di kawasan terumbu karang.

Secara menyeluruh, Ali *et al.* (2018) menyimpulkan bahwa ada sekitar 114 spesies hiu yang hidup di perairan Indonesia. Jumlah ini diduga masih akan terus bertambah, mengingat beberapa tahun terakhir cukup banyak spesies

hiu baru yang ditemukan di perairan Indonesia, seperti *Parmaturus nigripalatum* (Fahmi & Ebert 2018) dan *Akheilos suwartanai* (White *et al.* 2019). Mengacu pada jumlah tersebut, diketahui bahwa Selat Bali dan perairan sekitarnya memiliki potensi keragaman sumber daya hiu yang cukup tinggi, yaitu sekitar 43% dari jumlah total spesies hiu di perairan Indonesia.

Spesies hiu yang paling umum ditangkap oleh nelayan berasal dari famili Carcharhinidae. Famili ini merupakan salah satu kelompok hiu terbesar dan menjadi komoditas penting di perikanan tropis. Selain itu, spesiesnya juga sangat beragam dengan cakupan habitat yang sangat luas, mulai dari air tawar, muara sungai, terumbu karang, perairan pesisir, lepas pantai bahkan perairan samudera (Campagno & Niem 1998). Pada umumnya, spesies hiu dari kelompok Carcharhinidae ditangkap menggunakan rawai dan jaring insang, yang pengoperasiannya sesuai dengan habitat kelompok tersebut. Menurut Sentosa *et al.* (2016a), baik rawai hanyut maupun rawai dasar keduanya efektif menangkap hiu, tetapi laju tangkap tertinggi dimiliki oleh rawai hanyut karena diduga lebih menarik perhatian hiu dibandingkan rawai dasar yang cenderung pasif dan menetap di dasar perairan.

Tiga spesies hiu yang dominan ditangkap nelayan Muncar merupakan hiu kategori besar, yaitu spesies yang memiliki panjang total maksimum lebih dari 200 cm (Fahmi & Dharmadi 2013). Kelompok hiu besar umumnya bersifat oseanik, hidup di lepas pantai, sebaran luas dan bermigrasi, sehingga beberapa diantaranya merupakan stok bersama dengan negara lain. Akan tetapi, individu jantan ketiga spesies hiu tersebut lebih banyak ditangkap pada ukuran yuwana hingga remaja, kecuali hiu merak bulu

(*C. brevipinna*). Hal ini diduga karena lokasi penangkapan nelayan berada di perairan dekat pesisir, daerah dimana hiu-hiu dalam kategori remaja biasa hidup.

Menurut White *et al.* (2006), hiu kejen *C. falciformis* dapat mencapai ukuran maksimum 350 cm, dengan ukuran matang kelamin pada individu jantan yaitu 183-204 cm dan 216-223 cm untuk betina. Berdasarkan nilai tersebut maka sekitar 71% hiu kejen yang ditangkap di Selat Bali dan perairan sekitarnya berada dalam kondisi belum matang kelamin. Bulan Mei hingga Juni diduga menjadi musim melahirkan bagi hiu kejen karena banyaknya yuwana yang tercatat (Gambar 2a). Musim melahirkan hiu kejen di Samudra Pasifik terjadi pada bulan Februari hingga Agustus, sedangkan di Teluk Meksiko terjadi pada akhir musim semi (Branstetter 1987, Bonfil 2008). Menurut Joung *et al.* (2008), kehamilan hiu kejen atau *C. falciformis* di barat laut Pasifik terjadi selama sembilan hingga 12 bulan dengan jumlah anak berkisar 8-10 individu dan berukuran 63,5 hingga 75,5 cm. Kajian mengenai reproduksi hiu kejen di Samudera Hindia masih perlu dilakukan, karena informasi yang tersedia masih sangat terbatas.

Selama penelitian tercatat bahwa hiu martil *S. lewini* tertangkap pada panjang total 45-312 cm. Hariyan *et al.* (2015) juga melaporkan pada kisaran ukuran yang hampir sama, kecuali bulan September dan November 2014. Sentosa *et al.* (2016b) juga melaporkan bahwa ukuran tangkap hiu martil di perairan selatan Nusa Tenggara berada pada kisaran diatas, yaitu 81-320 cm. Akan tetapi, di beberapa daerah spesies ini ditangkap pada ukuran yang jauh lebih kecil, yaitu 62-272 cm TL di sebelah barat perairan Aceh (Ichsan *et al.* 2019) dan 50-70 cm TL di

perairan Binuangeun, Banten (LIPI, data tidak dipublikasikan). Yuwana hiu martil tidak sengaja tertangkap oleh nelayan Binuangeun karena daerah penangkapan ikan target dilakukan di daerah pesisir dan pulau kecil yang juga merupakan daerah pengasuhan hiu tersebut. Oleh karena itu, perbedaan ukuran tangkap ini disebabkan oleh banyak hal, antara lain jumlah sampel penelitian, laju eksploitasi pada waktu tersebut dan daerah penangkapan.

Bulan September hingga Desember diduga menjadi musim hiu martil *S. lewini* melahirkan. Pada bulan-bulan tersebut tercatat adanya yuwana hiu martil (Gambar 2b) serta terdapat tiga individu betina yang sedang bertelur dan lima individu betina hamil dengan 15-49 embrio yang berukuran 38-47 cm TL. Chodriyah & Setyadji (2015) juga melaporkan bahwa jumlah embrio hiu martil di Samudra Hindia bagian timur berkisar antara 16-38 dengan ukuran panjang total 32-53 cm. Menurut Baum *et al.* (2007) dan White *et al.* (2008), rata-rata jumlah embrio hiu martil adalah 12-41 ekor dengan masa kehamilan 9 hingga 10 bulan dan ukuran lahir berkisar antara 31-57 cm.

Hiu merak bulu (*C. brevipinna*) jantan yang diperoleh selama penelitian lebih banyak dalam kondisi matang kelamin. Menurut White *et al.* (2006) dan Fahmi & Sumadhiharga (2007), spesies ini pertama matang kelamin pada ukuran 166-200 cm dan 170-220 cm untuk individu jantan dan betina secara berurutan. Berdasarkan informasi tersebut, maka sekitar 76% individu (baik jantan dan betina) yang ditangkap di Selat Bali dan perairan sekitarnya merupakan individu dewasa. Hasil ini bertolak belakang dengan penelitian Fahmi & Sumadhiharga (2007) dan Sentosa *et al.* (2018) yang lebih banyak menemukan hiu merak bulu muda atau belum

matang kelamin. Pada umumnya, yuwana spesies ini hidup di perairan dangkal dan dekat pantai (Joung *et al.* 2005).

Yuwana hiu merak bulu hanya tercatat satu individu pada bulan Agustus hingga November (Gambar 2c), sedangkan pada bulan Mei tercatat ada empat individu betina dalam kondisi hamil dengan jumlah embrio berkisar 9-14 individu yang berukuran panjang total 43 sampai 78 cm. Selain itu, juga tercatat sepuluh individu betina yang sedang bertelur di bulan November. Berdasarkan informasi diatas, diduga bahwa musim melahirkan hiu merak bulu terjadi pada bulan Mei hingga Agustus. Menurut Joung *et al.* (2005), musim hiu merak bulu melahirkan di perairan Taiwan terjadi setelah bulan September dengan lama kehamilan 10-12 bulan. Umumnya ukuran anak lahir berkisar antara 65-70 cm dengan jumlah anak 3 hingga 14 individu.

#### *Kelompok pari*

Selain kelompok hiu, penelitian ini juga mencatat bahwa nelayan Muncar menangkap 26 spesies pari atau sekitar 25% dari total spesies pari di perairan Indonesia. Nilai ini cukup besar jika dibandingkan dengan beberapa basis pendaratan di wilayah lain yaitu 9 spesies di Palabuhanratu, Cilacap 13 spesies, Kedongan 32 spesies dan Tanjung Luar 14 spesies (Dharmadi *et al.* 2009). Tingginya potensi keragaman spesies pari yang ditangkap di Selat Bali dan perairan sekitarnya juga dipengaruhi oleh panjangnya waktu penelitian di lokasi tersebut.

Hampir setiap penelitian menyatakan bahwa famili Dasyatidae merupakan kelompok pari yang dominan tertangkap. Kelompok ini merupakan salah satu kelompok pari dengan keragaman spesies yang tinggi sehingga sangat umum ditemukan. Selain famili Dasyatidae, di

perairan ini juga banyak tertangkap pari dari famili Mobulidae atau kelompok pari mobula atau lempengan catak dalam bahasa lokal. Kelompok ini memiliki morfologi yang mirip dengan pari manta (*Mobula alfredi* dan *M. birostris*) dan merupakan hasil tangkapan sampingan dari nelayan jaring insang, yang target utamanya adalah ikan-ikan pelagis besar, seperti tenggiri (*Acanthocybium solandri* dan *Scomberomorus* spp.), setuhuk atau marlin (*Istiompac indica* dan *Makaira* spp.) dan lemadang (*Coryphaena hippurus*).

Pari mobula (*Mobula* spp.) ditangkap sepanjang tahun, tetapi dominan pada bulan Juni hingga Desember (Gambar 8 dan Gambar 9). Periode tersebut diduga menjadi musim penangkapan pari mobula di Selat Bali dan perairan sekitarnya. Selama penelitian tercatat bahwa nelayan Muncar pernah menangkap *M. thurstoni* yang berukuran sangat besar, bahkan melebihi dugaan Last *et al.* (2006), yaitu 208 cm DW. Spesies ini matang kelamin pada ukuran 154 cm DW dan 150-154 cm DW untuk betina dan jantan secara berurutan dengan masa kehamilan sekitar 12 bulan dan ukuran lahir 65-85 cm DW (Last *et al.* 2016). Sementara itu, untuk *M. mobular* dapat mencapai ukuran yang lebih besar, yaitu hingga 520 cm DW. Individu jantan matang kelamin pada ukuran 198-205 cm DW dan 236 cm DW untuk betina, sedangkan ukuran anak saat lahir sekitar 90 cm DW (Last *et al.* 2016).

Sebagian besar spesies yang dominan tertangkap di perairan Selat Bali dan sekitarnya, baik hiu maupun pari lebih banyak ditemukan pada ukuran yang belum dewasa. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti lokasi penangkapan yang cenderung lebih dekat ke pesisir, hasil tangkapan sampingan) dan karak-

teristik alat tangkap. Pada umumnya alat tangkap yang digunakan oleh nelayan dirancang untuk menangkap ikan pada ukuran sedang, bahkan beberapa diantaranya menangkap ikan dari ukuran kecil (khusus alat tangkap yang tidak selektif pada ukuran). Oleh karena itu, individu yang tertangkap didominasi oleh kelompok yuwana dan stadia remaja yang belum matang kelamin.

#### *Pengelolaan perikanan hiu dan pari*

Berdasarkan daftar merah IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), empat dari 75 spesies hiu dan pari yang ditangkap di Selat Bali dan perairan sekitarnya berstatus kritis (*Critically Endangered*), sembilan spesies genting (*Endangered*), 19 spesies rentan (*Vulnerable*), 22 spesies hampir terancam (*Near Threatened*), tujuh spesies risiko rendah (*Least Concern*), tujuh spesies data terbatas (*Data Deficient*) dan enam spesies belum dievaluasi (*not evaluated*), sedangkan satu spesies lainnya tidak diketahui karena pencatatan baru dilakukan hingga tingkat genus. Pada umumnya spesies yang memiliki status kritis, genting atau rentan merupakan hiu dan pari kategori besar. Hal ini disebabkan oleh tingginya nilai ekonomis komoditas sirip hiu kategori besar sehingga mendorong nelayan untuk meningkatkan usaha penangkapannya.

Selama penelitian diperoleh hasil bahwa terdapat 13 spesies hiu dan pari Apendiks II CITES yang ditangkap oleh nelayan, yaitu hiu tikus (*Alopias pelagicus* dan *A. superciliosus*), hiu kejen (*Carcharhinus falciformis*), hiu martil (*Sphyrna lewini* dan *S. zygaena*), hiu mako (*Isurus oxyrinchus* dan *I. paucus*), pari kikir *Glaucostegus typus*, pari barong *Rhina ancylostoma*, pari lontar/liongbun/kemejan

*Rhynchobatus australiae* dan pari mobula (*Mobula mobular*, *M. tarapacana* dan *M. thurstoni*). Kelompok hiu mako (*Isurus* spp.), pari liongbun (famili Rhinidae) dan pari kikir (*Glaucostegus* spp.) masuk dalam daftar tersebut berdasarkan hasil *Conference of the Parties* (CoP) yang terakhir, yaitu COP ke-18 di Jenewa, Swiss. Salah satu pertimbangan ilmiah negara pengusul adalah terjadinya penurunan populasi di beberapa negara sebagai akibat dari intensifnya penangkapan, baik sebagai target atau hasil tangkapan sampingan.

Ikan bertulang rawan (hiu dan pari) masuk ke dalam daftar Apendiks CITES sejak tahun 2000, pada saat itu beberapa spesies dikategorikan dalam Apendiks III. Namun, pada saat ini hampir seluruhnya dikategorikan Apendiks II, kecuali pari gergaji yang masuk dalam Apendiks I CITES. Apendiks II CITES merupakan daftar yang memuat spesies flora dan fauna (termasuk hiu dan pari) yang saat ini belum terancam punah, namun dapat menjadi terancam punah apabila perdagangan internasionalnya tidak dikendalikan. Sebelum dapat melakukan perdagangan internasional, otoritas keilmuan negara pengekspor harus membuat suatu dokumen *Non-Detriment Findings* (NDF) yang memuat informasi mengenai kondisi biologi, pemanfaatan (penangkapan dan perdagangan) dan evaluasi pengelolaan terhadap spesies-spesies tersebut sehingga diharapkan pemanfaatannya tidak memberikan dampak negatif terhadap kelestarian populasinya di alam.

Sejauh ini, Indonesia baru membuat NDF untuk hiu kejen *C. falciformis*. Dokumen ini menyampaikan bahwa pemanfaatan terhadap spesies tersebut dapat dilakukan asalkan otoritas pengelola melaksanakan semua rekomendasi pengelolaan yang diberikan, seperti pencatatan

data hingga tingkat spesies, pembatasan ukuran tangkap, perlindungan habitat penting, pembatasan penangkapan melalui ijin penangkapan, pelarangan aktivitas *shark-finning* (aksi pengambilan sirip hiu dan membuang sisa tubuhnya ke laut, baik hidup maupun mati) dan pembatasan jumlah tangkapan melalui sistem kuota. Hasil pencermatan di lapangan menemukan bahwa belum seluruhnya rekomendasi pengelolaan diimplementasikan oleh otoritas pengelola, misalnya masih banyaknya hiu kejun berukuran kecil yang ditangkap, belum berlakunya pendataan untuk keperluan sistem kuota penangkapan, kurangnya pengawasan dan tenaga pencatat di lapangan terutama untuk jenis-jenis Apendiks II CITES. Banyak hal yang menjadi latar belakang munculnya permasalahan ini, salah satunya adalah banyaknya ikan yang ditangkap sebagai hasil tangkapan sampingan, yang hampir seluruhnya berukuran kecil dan belum matang kelamin. Karena itu, kedepannya perlu dilakukan sentralisasi lokasi pendataan spesies Apendiks II CITES agar pendataan dan pengawasan lebih terarah. Permasalahan-permasalahan ini harus menjadi perhatian bagi otoritas pengelola dan segera dicarikan jalan keluarnya. Sementara itu, untuk spesies hiu dan pari Apendiks II CITES lainnya masih boleh ditangkap dan diperdagangkan dalam negeri, tetapi belum dapat dikeluarkan dari wilayah Indonesia (ekspor).

Pengaturan perdagangan internasional oleh CITES merupakan salah satu upaya konservasi bagi hiu dan pari yang terancam punah. Sejauh ini pemerintah Indonesia telah cukup banyak mengeluarkan peraturan nasional mengenai hiu dan pari, seperti pelepasan hiu tikus pada perikanan tuna pada Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 12

Tahun 2012 tentang Usaha Perikanan Tangkap di Laut Lepas, perlindungan penuh untuk hiu paus, dua spesies pari manta, empat spesies pari gergaji dan empat spesies pari sungai yang tertuang pada Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 18 Tahun 2013 tentang Penetapan Status Perlindungan Penuh Ikan Hiu Paus (*Rhynchodon typus*), Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penetapan Status Perlindungan Penuh Ikan Pari Manta, dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 106 Tahun 2018 tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 20 Tahun 2018 tentang Spesies Tumbuhan dan Satwa yang dilindungi. Sementara itu, untuk spesies Apendiks II CITES lainnya belum ada aturan yang ditetapkan. Terakhir kali dikeluarkan peraturan larangan pengeluaran/ekspor hiu martil (*Sphyrna* spp.) dan hiu koboi (*C. longimanus*) dari wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) sesuai dengan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Larangan Pengeluaran Ikan Hiu Koboi dan Ikan Hiu Martil, tetapi larangan tersebut telah berakhir pada tanggal 31 Desember 2018. Keberlanjutan sumber daya, penangkapan yang legal dan proses ketelusuran yang baik menjadi tiga prinsip penting yang diperhatikan oleh CITES. Karena itu, pemerintah Indonesia (terutama otoritas pengelola) diharapkan untuk mengembangkan dan meningkatkan perangkat pengelolaan, terutama agar dapat mengurangi jumlah hiu dan pari yang ditangkap sebagai hasil tangkapan sampingan, hiu hamil dan anakan serta melindungi habitat penting (daerah pemijahan dan pengasuhan) hiu dan pari. Selain

itu, proses ketelusuran produk juga harus diperbaiki, mengingat cukup rumitnya alur perdagangan dan banyaknya produk hiu dan pari yang diperdagangkan, seperti sirip, daging, insang, tulang, dan sebagainya.

### Simpulan

Kelompok ikan bertulang rawan (hiu dan pari) yang banyak ditangkap di Selat Bali dan perairan sekitarnya berasal dari famili Carcharhinidae dan Dasyatidae. Perairan tersebut memiliki potensi keragaman yang sangat tinggi, yakni sekitar 43% dan 25% untuk seluruh spesies hiu dan pari yang hidup di perairan Indonesia. Pengaturan penangkapan perlu dilakukan mengingat sebagian besar hiu dan pari yang dominan tertangkap merupakan individu yuwana hingga remaja, yang pada ukuran tersebut belum atau sedang mengalami kematangan kelamin. Selain itu, pengawasan pendataan juga perlu ditingkatkan pada bulan Mei hingga Desember, karena pada bulan-bulan tersebut diduga merupakan musim melahirkan bagi spesies hiu dan pari. Apendiks II CITES, sehingga selanjutnya dapat dikembangkan menjadi pengaturan ukuran tangkap atau musim penangkapan di Selat Bali dan perairan sekitarnya.

### Persantunan

Penelitian ini didanai oleh COREMAP-CTI melalui Riset Prioritas Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI Tahun Anggaran 2018 dan Tahun Anggaran 2019 melalui SK Nomor B-303/IPK.2/KP.06/I/2018 dan B-5849/IPK.2/KP.06/VI/2019. Penulis juga berterima kasih kepada Didik Rudianto sebagai enumerator di Pasar Ikan Brak dan PPP Muncar, Banyuwangi, Jawa Timur.

### Daftar pustaka

- Ali A, Lim APK. 2012. *Field Guide to Sharks of the Southeast Asian Region*. SEAFDEC/MFRDMD SP 18. 113 p.
- Ali A, Lim APK, Fahmi, Dharmadi. 2013. *Field Guide to Look-alike Sharks and Rays Species of the Southeast Asian Region*. SEAFDEC/MFRDMD SP22. 107 p.
- Ali A, Lim APK, Fahmi, Dharmadi, Krajangdara T. 2014. *Field Guide to Rays, Skates and Chimaeras of the Southeast Asian Region*. SEAFDEC/MFRDMD SP25. 294 p.
- Ali A, Fahmi, Dharmadi, Krajangdara T, Lim APK. 2018. Biodiversity and habitat preferences of living sharks in the Southeast Asian region. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 24(2): 122-140.
- Anung A, Widodo J. 2002. Perikanan cucut artisanal di perairan Samudera Hindia, selatan Jawa dan Lombok. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia Sumberdaya dan Penangkapan*, 8(1): 75-81.
- Baum J, Clarke S, Domingo A, Ducrocq M, Lamónaca AF, Gaibor N, Graham R, Jorgensen S, Kotas JE, Medina E, Martinez-Ortiz J, Monzini Taccone di Sitizano J, Morales MR, Navarro SS, Pérez-JiménezJC, Ruiz C, Smith W, Valenti SV, Vooren CM. 2007. *Sphyrna lewini*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2009*: e.T39385A10190088. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.R.LTS.T39385A10190088.en>.
- Bonfil R. 2002. Trend and patterns in world and Asian elasmobranch fisheries. In: Fowler SL, Reed TM & Dipper FA (ed.). *Elasmobranch biodiversity, conservation and management: Proceeding of the international seminar and workshop in Sabah*. IUCN SSC Shark Specialist Group, UK. pp. 15-24.
- Bonfil R. 2008. The biology and ecology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis*. In: Camhi MD, Pikitch EK, Babcock EA (ed.). *Sharks of the Open Ocean: Biology, Fisheries and Conservation*. Blackwell Publishing, Oxford. pp. 114-127.
- Branstetter S. 1987. Age, growth and reproductive biology of the silky shark,

- Carcharhinus falciformis* and the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the northwestern Gulf of Mexico. *Environmental Biology of Fishes*, 19(3): 161–173.
- Chodrijah U, Setyadji B. 2015. Some biological aspects of scalloped hammerhead sharks (*Sphyrna lewini* Griffith & Smith, 1834) caught from coastal fisheries in the Eastern Indian Ocean. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 21(2): 91-97.
- Compagno LJV. 1998a. General remarks of Chimaeras. In: Carpenter KE, Niem VH (editor). Species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the western Central Pacific volume 3. Batoid fishes, chimaeras and Bony fishes part 1 (Elopidae to Linophrynidae). FAO, Rome.
- Compagno LJV. 1998b. General remarks of Sharks. In: Carpenter KE, Niem VH (editor) Species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the western Central Pacific volume 2. Cephalopods, crustaceans, holothurians and sharks. FAO, Rome.
- Compagno LJV. 1998c. General remarks of Batoid Fishes. In: Carpenter KE, Niem VH (editor). Species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the western Central Pacific volume 3. Batoid fishes, chimaeras and Bony fishes part 1 (Elopidae to Linophrynidae). FAO, Rome.
- Compagno LJV, Niem VH. 1998. Charcharhinidae, Requiem Sharks. In: Carpenter KE, Niem VH (editor). Species identification guide for fishery purposes. The living marine Resources of the western Central Pacific Volume 2. Cephalopods, crustaceans, holothurians and sharks. FAO, Rome.
- Dharmadi, Fahmi, White WT. 2009. Biodiversity of sharks and rays in South Eastern Indonesia. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 15(1): 17-28.
- Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap (DJPT). 2016. *Statistik Perikanan Tangkap Indonesia*. Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Fahmi, Sumadhiharga K. 2007. Size, sex and length at maturity for four common sharks caught from western Indonesia. *Marine Research in Indonesia*, 32(1): 7-19.
- Fahmi, Dharmadi. 2013. Tinjauan status perikanan hiu dan upaya konservasinya di Indonesia. Direktorat Konservasi Kawasan dan Spesies Ikan, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 179 p.
- Fahmi, Dharmadi. 2015. Pelagic shark fisheries of Indonesia's Eastern Indian Ocean fisheries management region. *African Journal of Marine Science*, 37(2): 259-265.
- Fahmi, Ebert DA. 2018. *Parmaturus nigripalatum* n. sp., a new species of deep-sea catshark (Chondrichthyes: Carcharhiniformes: Scyliorhinidae) from Indonesia. *Zootaxa*, 4413(3): 531-540.
- FAO, MMAF, WCS. 2018. The scale, value, and importance of Non-Fin Shark and Ray Commodities in Indonesia. 56 p.
- Francis MP. 2006. Morphometric minefields-towards a measurement standard for chondrichthyan fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 77(3-4): 407-421.
- Gay LR. 1996. *Educational Research: Competencies for Analysis and Application*. Prentice-Hall. New Jersey. 662 p
- Hariyan LI, Kusumasari A, Anugrah M, Yuneni RR. 2016. Pendataan hiu yang didaratkan di pelabuhan perikanan pantai Muncar, Banyuwangi. In: Dharmadi, Fahmi (Editor). *Prosiding Simposium Hiu dan Pari di Indonesia*. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta. pp. 51-56.
- Ichsan M, Simeon BM, Muttaqin E, Munawir. 2019. Size distribution and sex ratio of scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) in Banda Aceh Fisheries. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 278. IOP Publishing.
- Joung SJ, Liao Y, Lu K, Chen C, Leu L. 2005. Age, growth and reproduction of the spinner shark, *Carcharhinus brevipinna* in the northeastern waters of Taiwan. *Zoological Studies*, 44(1): 102-110.
- Joung SJ, Chen C-T, Lee H-H, Liu K-M. 2008. Age, growth, and reproduction of silky sharks, *Carcharhinus falciformis*, in northeastern Taiwan waters. *Fisheries Research*, 90(1-3): 78-85.

- Last PR, White WT, de Carvalho MR, Séret B, Stehmann MFW Naylor GJP. 2016. *Rays of the world*. CSIRO Publishing, Australia. 800 p.
- Okes N, Sant G. 2019. An overview of major shark traders catchers and species. TRAFFIC, Cambridge, UK. 32 p.
- Pratt HL. 1988. Elasmobranch gonad structure: A description and survey. *Copeia*, 1988(3): 719-729.
- Prihatiningsih, Nurdin E, Chodrijah U. 2018. Komposisi spesies, hasil tangkapan per upaya, musim dan daerah penangkapan ikan hiu di perairan Samudera Hindia Selatan Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 24(4): 283-297.
- SEAFDEC. 2017. *Standard Operating Procedures Sharks, Rays and Skates Data Collection in the Southeast Asian Waters*. Southeast Asian Fisheries Development Center. Bangkok. 41 p.
- Sentosa AA, Widarmanto N, Wiadnyana NN, Satria F. 2016a. Perbedaan hasil tangkapan hiu dari rawai hanyut dan dasar yang berbasis di Tanjung Luar, Lombok. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 22(2): 105-114.
- Sentosa AA, Dharmadi, Tjahjo DWH. 2016b. Parameter populasi hiu martil (*Sphyrna lewini* Griffith & Smith, 1834) di perairan Selatan Nusa Tenggara. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 22(4): 253-262.
- Sentosa AA, Fahmi, Chodrijah U. 2018. Pola pertumbuhan dan faktor kondisi hiu merak bulu *Carcharhinus brevipinna* di Selatan Nusa Tenggara. *Oceanologi dan Limnologi di Indonesia*, 3(3): 209-218.
- Stehmann MFW. 2002. Proposal of a maturity stages scale for oviparous and viviparous cartilaginous fishes (Pisces, Chondrichthyes). *Archive of Fishery and Marine Research*, 50(1): 23-48.
- Stevens JD, Bonfil R, Dulvy NK, Walker PA. 2000. The effect of fishing on sharks, rays and chimaeras (chondrichthyan), and the implications for marine ecosystem. *ICES Journal of Marine Science*, 57(1): 476-494.
- Wahju RI, Zulbainarni N, Soeboer DA. 2013. Hasil tangkapan pancing tonda berdasarkan musim penangkapan dan daerah penangkapan tuna dengan rumpon di perairan selatan Palabuhanratu. *Buletin PSP*, 21(1): 97-105.
- White W, Last PR, Stevens JD, Yearsley GK, Fahmi, Dharmadi. 2006. *Hiu dan Pari yang Bernilai Ekonomis Penting di Indonesia*. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra. 329 p.
- White WT, Barton C, Potier IC. 2008. Catch composition and reproductive biology of *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith) (Carcharhiniformes, Sphyrnidae) in Indonesian waters. *Journal of Fish Biology*, 72(7): 1675-1689.
- White WT, Fahmi, Weigmann S. 2019. A new genus and species of catshark (Carcharhiniformes: Scyliorhinidae) from eastern Indonesia. *Zootaxa*, 4691(5): 444-460.

## Produksi albino *slayer* melalui kombinasi persilangan pada ikan hias *brushmouth* (*Hypostomus plecostomus*, Linnaeus 1758)

[Production of albino *slayer* through a combination of crossing in *brushmouth* (*Hypostomus plecostomus*, Linnaeus 1758) ornamental fish]

Ahmad Teduh<sup>1</sup>, Dinar Tri Soelistyowati.<sup>2✉</sup>, Odang Carman<sup>2</sup>, Harton Arfah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Magister, Sekolah Pascasarjana IPB  
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680

<sup>2</sup>Departmen Budidaya Perairan, FPIK IPB  
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680

*teduhahmad@yahoo.com; sdinarts@yahoo.com; odangcarman@gmail.com; arfah@yahoo.com*

Diterima : 19 Oktober 2019; Disetujui : 18 Februari 2020

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi skema persilangan yang efektif menghasilkan populasi ikan *brushmouth* (*Hypostomus plecostomus*, Linn 1758) albino *slayer* dan kinerja reproduksinya. Rancangan penelitian ini menggunakan skema persilangan yang terdiri atas persilangan resiprokal antara fenotipe albino *slayer* dan albino *non slayer* serta persilangan fenotipe sejenis yaitu antara albino *slayer*. Setiap skema persilangan terdiri atas dua kali pemijahan dengan tiga ulangan pasangan (1:1). Ikan yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan *brushmouth* albino *slayer* jantan berukuran panjang 9,07±0,5 cm, albino *slayer* betina 8,96±0,4 cm, albino *non slayer* jantan 8,87±0,17 cm, dan albino *non slayer* betina 8,86±0,16 cm. Kategori fenotipe *slayer* diidentifikasi berdasarkan ukuran panjang sirip ekor yaitu 4,43±0,64 cm. Parameter uji dalam penelitian ini adalah sebaran fenotipe hasil persilangan, jumlah telur, derajat pembuahan, derajat penetasan dan tingkat kelangsungan hidup. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persilangan ikan sapu-sapu albino fenotipe *slayer* dan *non slayer* secara resiprokal maupun persilangan sesama fenotipe *slayer* menghasilkan empat kelas fenotipe yaitu albino *slayer*, albino *non slayer*, hitam *slayer*, hitam *non slayer*, proporsi fenotipe albino *slayer* tertinggi adalah 75%, dan jumlah telur yang dihasilkan paling banyak yaitu pada persilangan dengan jantan albino *slayer* (SN, SS) dibandingkan dengan hasil persilangan dengan betina albino *slayer* (NS) yaitu 55%. Perbandingan panjang sirip ekor terhadap panjang tubuh pada fenotipe albino *slayer* lebih rendah dibandingkan fenotipe hitam *slayer*. Derajat pembuahan, derajat penetasan dan kelangsungan hidup tidak berbeda nyata pada semua skema persilangan, namun jumlah telur menurun pada pemijahan kedua dan kelangsungan hidup terbaik pada persilangan SS yaitu 92%.

Kata penting: *brushmouth*, fenotipe *slayer*, ikan hias, persilangan

### Abstract

The objectives of this research was to evaluate the inheritance of albino *slayer* phenotype in *brushmouth* (*Hypostomus plecostomus*, Linn 1758) through the crosses and reproduction performance. The crossing scheme consisted of reciprocal crosses between albino *slayer* and albino *non slayer* (SN, NS) and between albino *slayer* (SS), each spawning in pairs (1:1) with three replications and twice spawning. The fish used in this study were *brushmouth* fish (*Hypostomus* sp.) albino *Slayer* males 9.07 ± 0.5 cm, albino *slayer* females 8.96 ± 0.4 cm, albino *non slayer* males 8.87 ± 0.17 cm, and albino *non slayer* female 8.86 ± 0.16 cm. *Slayer* phenotype category was identified based on the caudal length fin with 4.43 ± 0.64 cm. Parameters determined included the phenotype distribution of albino *slayer*, total number of eggs, fertilization rate, hatching rate and survival rate. The results showed that all crossing schemes produced four phenotypes classes including normal *slayer*, normal *non slayer*, albino *slayer* and albino *non slayer*. The *slayer* phenotype of albino *brushmouth* was highest percentage (75%) in crossing with male albino *slayer* (SN, SS) and highest number of eggs, while the reciprocal crossing with female albino *slayer* (NS) produced albino *slayer* 55% and lower egg count. The ratio of tail fin length to body length in albino *slayer* phenotype was lower than normal phenotype of broom fish. The fertilization and hatching rates were not significantly different in all crosses; however the number of eggs decreased in the second spawning. The similar phenotype cross between albino *slayer* phenotypes (SS) resulted the best average of survival rate (92%).

Keywords : *brushmouth*, ornamental fish, phenotype inheritance, crossing

### Pendahuluan

Indonesia dikenal sebagai negara mega bio-diversitas karena memiliki kekayaan jenis ikan

hias yang beraneka ragam. Produksi ikan hias di Indonesia pada tahun 2017 sebesar 1,76 milyar ekor atau 84,21 % dari target capaian yang dite-

tapkan yaitu 2,1 milyar ekor (DJPB 2018; KKP 2018). Pada tahun 2019 target produksi ikan hias nasional meningkat sebesar 2,5 milyar ekor, sehingga Kementerian Kelautan dan Perikanan mengeluarkan kebijakan peningkatan produksi dan mutu ikan hias yang dituangkan dalam rencana aksi nasional industri ikan hias (KKBK 2017). Salah satu ikan hias yang potensial dikembangkan adalah ikan *brushmouth* (*Hypostomus plecostomus*, Linn 1758) yang dikenal dengan nama ikan *pleco*. Ikan *brushmouth* dikenal sebagai ikan hias pembersih akuarium maupun sebagai ikan konsumsi terutama kulitnya merupakan sumber alternatif gelatin (Hermanto *et al.* 2014) dan sebagai salah satu sumber protein hewani (Aksari *et al.* 2015). Ikan *brushmouth* memiliki warna tubuh hitam, coklat atau coklat kehitaman dan bercorak bintik-bintik atau garis-garis kecil mendatar (Ramos *et al.* 2017), namun terdapat fenotipe albino dengan warna gelap di sekitar punggung, perut dan ekor (Zawadzki *et al.* 2010) serta sirip ekor *slayer* (Weber *et al.* 2012; Martins *et al.* 2014). Ikan ini memiliki dua jenis fenotipe panjang sirip ekor yaitu sirip ekor pendek (*non slayer*) dan sirip ekor panjang (*slayer*). Nilai ekonomis ikan *brushmouth* dengan fenotipe albino *slayer* lebih tinggi dibandingkan dengan fenotipe sirip normal yang berwarna hitam, namun jumlah populasi ikan *brushmouth* albino *slayer* sangat sedikit di alam maupun yang dihasilkan melalui kegiatan budidaya. Populasi ikan *brushmouth* albino *slayer* dapat ditingkatkan melalui persilangan terarah dan prospektif untuk pengembangan strain dan produksi masal.

Fenotipe warna, bentuk tubuh, maupun bentuk sirip yang unik pada ikan hias umumnya dihasilkan dari persilangan secara acak maupun terarah yang jumlahnya sedikit dan tidak konsisten (David *et al.* 2004; Singh & Nusslein-Volhard 2015). Pada kegiatan pembenihan ikan hias melalui persilangan fenotipe sejenis tidak menghasilkan 100% fenotipe yang sama dengan fenotipe tetuanya melainkan ditemukan variasi fenotipe lainnya. Hasil persilangan resiprokal pada ikan pelangi boesemani (*Melanotaenia boesemani*) jantan dengan ikan pelangi merah (*Glossolepis incisus*) betina menghasilkan penampilan kombinasi warna baru yang relatif lebih menarik sebanyak 85% (Said & Carman 2006). Persilangan ikan lele (*Clarias gariepinus*) albino dan normal menghasilkan keturunan ikan lele normal yang lebih baik pertumbuhannya (Onyia *et al.* 2016). Pewarisan warna dari persilangan antara fenotipe sejenis pada ikan botia (Kusumah *et al.* 2016) dan pada ikan badut hitam (Kusumawati *et al.* 2012) menghasilkan lebih dari satu kelas fenotipe. Menurut Lewis (2013), pewarisan fenotipe warna yang dikendalikan oleh satu gen dengan aksi gen dominansi pada persilangan fenotipe sejenis akan menghasilkan satu atau dua kelas fenotipe yaitu fenotipe gen dominan dan atau fenotipe gen resesif. Penelusuran pola pewarisan fenotipe albino *slayer* pada ikan *brushmouth* diperlukan untuk merancang strategi seleksi dan persilangan yang terarah dalam upaya memproduksi ikan *brushmouth* albino *slayer* secara masal dan terkontrol.

Tabel 1 Skema persilangan ikan *brushmouth* albino

Kode Persilangan	Fenotipe tetua	
	Jantan	Betina
SN	Albino <i>slayer</i> (AS)	Albino <i>non slayer</i> (AnS)
NS	Albino <i>non slayer</i> (AnS)	Albino <i>slayer</i> (AS)
SS	Albino <i>slayer</i> (AS)	Albino <i>slayer</i> (AS)

Ikan *brushmouth* memiliki panjang baku berkisar 8-15 cm, memiliki fenotipe warna tubuh hitam (normal) dan albino serta panjang sirip ekor pendek (*non slayer*) dan sirip ekor panjang (*slayer*). Ikan *brushmouth non slayer* memiliki nisbah panjang sirip ekor terhadap panjang tubuhnya (panjang baku) kurang dari 0,5 cm, jika nisbahnya lebih dari 0,5 cm dikategorikan *slayer* (Cardoso *et al.* 2019). Pewarisan fenotipe warna hitam dan albino dievaluasi secara kuantitatif melalui warna tubuhnya. Pewarisan fenotipe *slayer* dapat dievaluasi secara kualitatif berdasarkan bentuk siripnya yaitu normal atau *slayer*, dan secara kuantitatif berdasarkan perbandingan ukuran panjang fenotipe *slayer* terhadap panjang tubuh baku (Gjedrem & Andersen 2005). Sebaran proporsi fenotipe albino *slayer* dan ukuran panjang *slayer* pada skema persilangan fenotipe sejenis yaitu albino *slayer* dan persilangan resiprokal fenotipe berbeda yaitu antara albino *slayer* dan *non slayer* dapat menggambarkan aksi gen yang mengontrol fenotipe albino *slayer* pada ikan *brushmouth*. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi skema persilangan yang efektif menghasilkan populasi ikan *brushmouth* albino *slayer* dan kinerja reproduksinya.

### Bahan dan metode

#### *Waktu dan tempat penelitian*

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga Agustus 2019 di kolam budidaya ikan hias milik swasta di daerah Ciampea Bogor.

#### *Rancangan penelitian*

Skema persilangan terdiri dari persilangan kombinasi antara albino *slayer* dan albino *non slayer* serta persilangan fenotipe sejenis antara albino *slayer* (Tabel 1). Setiap skema persilangan terdiri dari 3 ulangan pasangan dan setiap pasangan dilakukan 2 kali pemijahan dengan sistem pemijahan individual berpasangan yaitu terdiri dari 1 ekor jantan dan 1 ekor betina (1:1) pada masing-masing skema persilangan.

Ikan *brushmouth* (*Hypostomus* sp.) yang digunakan berasal dari pembudidaya ikan di Bogor, Jawa Barat, Indonesia. Ukuran rata-rata panjang tubuh mutlak ikan yang digunakan yaitu: albino *slayer* jantan  $9,07 \pm 0,2$  cm, albino *slayer* betina  $8,96 \pm 0,2$  cm, albino *non slayer* jantan  $8,87 \pm 0,17$  cm, dan albino *non slayer* betina  $8,86 \pm 0,16$  cm. Panjang sirip ekor rata-rata pada ikan *slayer* adalah  $5,43 \pm 0,64$  cm dan *non slayer*  $3,66 \pm 0,52$  cm. Kategori fenotipe *slayer* diidentifikasi berdasarkan nisbah panjang sirip ekor terhadap panjang baku ikan yaitu lebih dari 0,5 cm, sedangkan *non slayer* memiliki nisbah kurang dari 0,5 cm. Panjang *slayer* diukur dari pangkal sirip ekor sampai ujung ekor terluar.

#### *Prosedur penelitian*

##### *Pemijahan ikan brushmouth*

Wadah pemijahan menggunakan akuarium berukuran 100 cm x 40 cm x 40 cm dengan tinggi air 35 cm atau volume air sebanyak 140

L. Masing-masing akuarium pemijahan diberi potongan bambu yang berfungsi sebagai tempat meletakkan telur. Pemijahan berlangsung pada dini hari antara pukul 02.00 hingga pukul 04.00 WIB. Telur dari hasil pemijahan dipindahkan ke dalam baskom plastik bulat yang berdiameter 20 cm, dan dihitung jumlah telurnya. Jumlah telur yang dibuahi dihitung selama masa inkubasi. Masa inkubasi telur sampai telur menetas menjadi larva berlangsung selama 7 hari, selanjutnya dihitung jumlah larva yang dihasilkan. Pemijahan dilakukan berseri sebanyak dua kali pemijahan. Jarak waktu antar pemijahan pertama hingga pemijahan kedua adalah dua minggu. Selama pemeliharaan hingga proses pemijahan kedua, ikan diberi pakan mentimun (*Cucumis sativus*) secara *at satiation* dengan frekuensi pemberian pakan satu hari sekali yaitu pada pagi hari. Pemberian pakan dilakukan dengan cara mentimun dibelah dua memanjang dan disimpan di dalam akuarium.

#### Pemeliharaan Larva

Telur yang telah dibuahi, selanjutnya dipelihara hingga 60 hari atau hingga ukuran benih. Wadah pemeliharaan larva berupa akuarium berukuran 100 cm x 50 cm x 40 cm dengan kepadatan 100 ekor (14 ekor m<sup>-3</sup>). Makanan pertama larva setelah kuning telur habis yaitu pakan komersial pelet serbuk, diberikan mulai hari ke-8 selama 45 hari secara *at satiation* dengan frekuensi satu kali sehari yaitu pada pagi hari. Selanjutnya diberi pakan mentimun (*Cucumis sativus*) selama 15 hari dengan cara mentimun dibelah dua memanjang, setiap bagian diberikan untuk satu akuarium. Pakan mentimun diberikan setiap satu kali sehari yaitu

pada pagi hari. Selama pemeliharaan dilakukan penggantian air setiap hari pada pagi hari dengan mengganti volume air akuarium sebanyak 50%.

#### Parameter uji

##### Sebaran fenotipe hasil persilangan

Sebaran fenotipe hasil persilangan yang diamati adalah sebaran fenotipe albino dan hitam (normal) serta fenotipe *slayer* dan *non slayer*. Pengamatan hasil persilangan untuk menentukan fenotipe albino dan hitam (normal) dilakukan secara manual dimulai dari hari pertama setelah telur menetas menjadi larva. Pengamatan sebaran fenotipe *slayer* dan *non slayer* diamati secara manual setelah benih berumur 2 minggu.

##### Jumlah telur

Jumlah telur adalah telur yang dihasilkan pada saat induk ovulasi. Perhitungan jumlah telur ikan *broushmouth slayer* dilakukan secara manual.

##### Derajat pembuahan telur (FR)

Telur yang terbuahi diamati dengan menghitung jumlah telur yang dibuahi dibagi jumlah total telur. Persentase telur terbuahi dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Balamurugan & Kathiresan 2018):

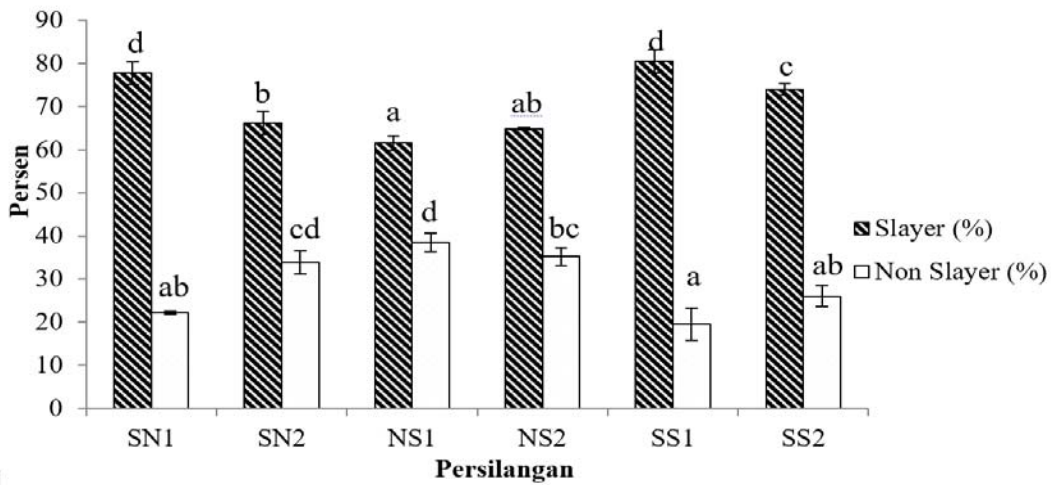
$$FR = \left( \frac{Q_t}{Q_0} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

FR = Derajat pembuahan telur (%)

Pt = Jumlah telur terbuahi (butir)

Po = Jumlah telur yang diovulasikan (butir)



Gambar 1. Sebaran fenotipe *slayer* hasil persilangan ikan *brushmouth* albino *slayer* dan *non slayer*. (Keterangan: Angka 1,2 pada kode persilangan menunjukkan pemijahan yang ke-; Huruf kecil yang berbeda pada histogram menunjukkan berbeda nyata antar fenotipe yang sama ( $p < 0,05$ ))

Derajat penetasan telur (HR)

Derajat penetasan telur diamati dari jumlah telur yang menetas dibagi dengan jumlah telur yang dibuahi. Presentase derajat penetasan telur dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Omeji *et al.* 2013; Balamurugan & Kathiresan 2018) :

$$HR = \left( \frac{P_t}{P_0} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

HR = Derajat penetasan telur (%)

Pt = Jumlah telur yang menetas (butir)

Po = Jumlah telur yang terbuahi (butir)

Sintasan

Sintasan adalah hasil persentase jumlah ikan yang hidup dari total ikan yang dipelihara per perlakuan. Pengukuran sintasan ikan pada penelitian ini, digunakan rumus sebagai berikut (Effendi 1997) :

$$SR = \left( \frac{N_t}{N_0} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

SR = Sintasan (%)

Nt = Jumlah ikan pada akhir pengamatan

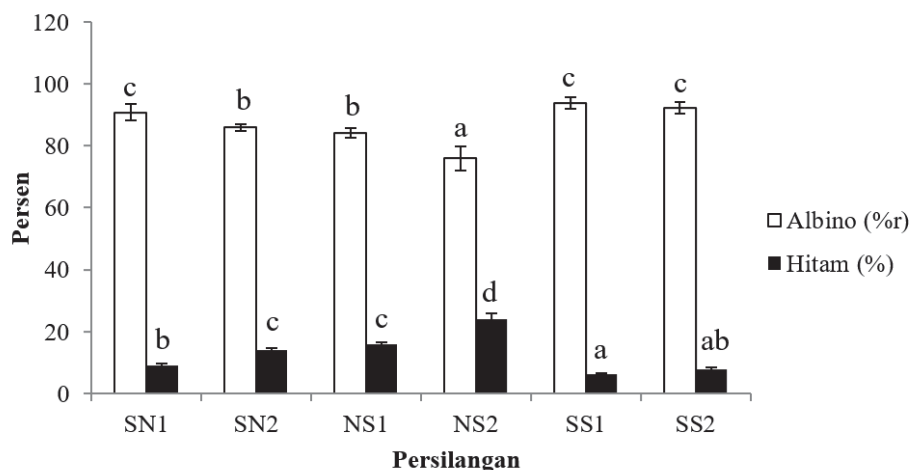
No = Jumlah ikan pada awal pengamatan

Kualitas air

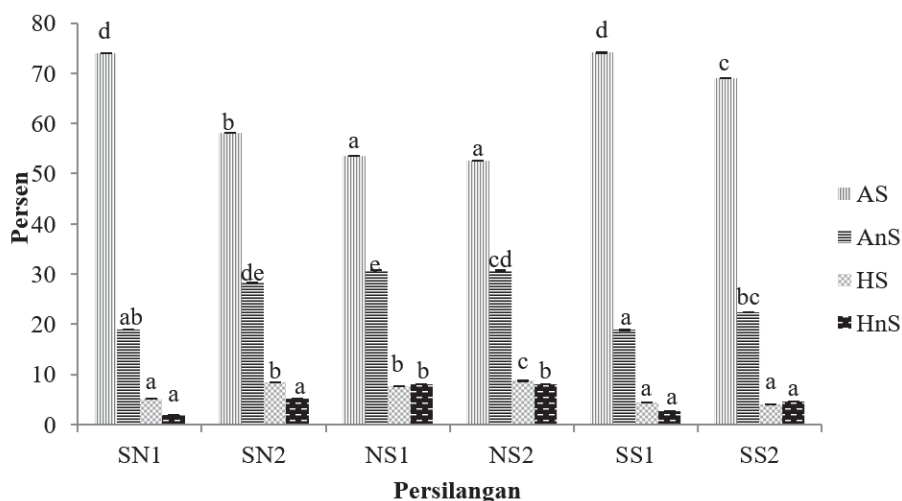
Parameter kualitas air yang diukur adalah suhu, pH dan oksigen terlarut. Pengukuran dilakukan setiap seminggu sekali dari awal sampai akhir penelitian. Suhu diukur dengan termometer, pH dengan pH meter dan oksigen terlarut dengan DO meter.

Analisis data

Sebaran fenotipe hasil persilangan, keragaman fenotipe *slayer* dan parameter kinerja reproduksi dianalisis sidik ragam (ANOVA) dengan selang kepercayaan 95% dan diuji lanjut menggunakan uji Duncan. Pertumbuhan panjang tubuh dianalisis secara deskriptif. Analisis data dilakukan dengan perangkat lunak Ms. Excel 2010 dan SPSS 16.



Gambar 2. Sebaran fenotipe albino hasil persilangan ikan *brushmouth* albino *slayer* dan *non slayer* (Keterangan: Angka 1,2 menunjukkan pemijahan yang ke-; Huruf kecil yang berbeda pada histogram menunjukkan berbeda nyata antar fenotipe yang sama ( $p < 0,05$ ))



Gambar 3. Sebaran empat kelas fenotipe hasil persilangan ikan *brushmouth* albino *slayer* dan *non slayer*. (Keterangan: Angka 1,2 menunjukkan pemijahan yang ke-; AS (albino *slayer*); AnS (albino *non slayer*); HS (hitam *slayer*); HnS (hitam *non slayer*); Huruf kecil yang berbeda pada histogram menunjukkan perbedaan yang nyata pada fenotipe yang sama ( $p < 0,05$ ))

**Hasil**

*Sebaran fenotipe hasil persilangan*

Persentase fenotipe *slayer* hasil persilangan ikan jantan *brushmouth* albino *slayer* pada pemijahan pertama (SN1, SS1) adalah yang

paling tinggi yaitu 80% ( $p < 0,05$ ), sedangkan pada persilangan resiprokalnya dengan ikan betina *slayer* pada pemijahan pertama (NS1) menghasilkan keturunan *slayer* yang paling rendah yaitu 60-65 % ( $p < 0,05$ ) (Gambar 1).

Tabel 2. Fenotipe *slayer* hasil persilangan ikan *brushmouth* albino

Kode Persilangan	Nisbah panjang <i>slayer</i> terhadap panjang tubuh						
	Tetua Jantan	Tetua Betina	AS	HS	AnS	HnS	
SN	Pemijahan 1	0,66±0,02 <sup>c</sup>	0,34±0,03 <sup>a</sup>	0,52±0,01 <sup>c</sup>	0,61±0,02 <sup>d</sup>	0,49±0,01 <sup>c</sup>	0,44±0,01 <sup>b</sup>
	Pemijahan 2	0,64±0,03 <sup>d</sup>	0,32±0,03 <sup>a</sup>	0,53±0,02 <sup>c</sup>	0,61±0,01 <sup>d</sup>	0,49±0,01 <sup>bc</sup>	0,46±0,01 <sup>b</sup>
NS	Pemijahan 1	0,31±0,05 <sup>a</sup>	0,62±0,01 <sup>d</sup>	0,52±0,02 <sup>c</sup>	0,63±0,02 <sup>d</sup>	0,48±0,02 <sup>bc</sup>	0,44±0,02 <sup>b</sup>
	Pemijahan 2	0,31±0,05 <sup>a</sup>	0,62±0,01 <sup>d</sup>	0,52±0,03 <sup>c</sup>	0,64±0,02 <sup>d</sup>	0,49±0,03 <sup>bc</sup>	0,45±0,02 <sup>b</sup>
SS	Pemijahan 1	0,66±0,02 <sup>d</sup>	0,65±0,01 <sup>d</sup>	0,51±0,02 <sup>b</sup>	0,61±0,03 <sup>c</sup>	0,49±0,02 <sup>ab</sup>	0,48±0,02 <sup>a</sup>
	Pemijahan 2	0,67±0,02 <sup>d</sup>	0,62±0,01 <sup>c</sup>	0,52±0,03 <sup>b</sup>	0,62±0,01 <sup>c</sup>	0,47±0,01 <sup>a</sup>	0,47±0,03 <sup>a</sup>

Keterangan: S (*slayer*), N (*non slayer*), AS (*albino slayer*), AnS (*albino non slayer*), HS (*hitam slayer*), HnS (*hitam non slayer*); Huruf tika atas yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata pada hasil persilangan ( $p < 0,05$ )

Tabel 3. Kinerja reproduksi persilangan ikan *brushmouth* albino *slayer* dan *non slayer*

Parameter		SN	NS	SS
Jumlah Telur (Butir)	Pemijahan 1	250 ± 5,77 <sup>b</sup>	226 ± 6,03 <sup>a</sup>	297 ± 10,41 <sup>c</sup>
	Pemijahan 2	217 ± 14,42 <sup>b</sup>	197 ± 10,00 <sup>a</sup>	271 ± 10,00 <sup>c</sup>
Derajat Pembuahan (%)	Pemijahan 1	88,44 ± 3,98 <sup>a</sup>	90,76 ± 2,12 <sup>a</sup>	90,07 ± 1,48 <sup>a</sup>
	Pemijahan 2	83,90 ± 2,39 <sup>a</sup>	85,64 ± 1,03 <sup>a</sup>	91,22 ± 0,86 <sup>b</sup>
Derajat Penetasan (%)	Pemijahan 1	100,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	100,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	100,00 ± 0,00 <sup>a</sup>
	Pemijahan 2	100,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	100,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	100,00 ± 0,00 <sup>a</sup>
Sintasan (%)	Pemijahan 1	90,35 ± 2,38 <sup>a</sup>	91,56 ± 1,02 <sup>a</sup>	90,67 ± 0,68 <sup>a</sup>
	Pemijahan 2	85,90 ± 1,09 <sup>a</sup>	86,64 ± 0,63 <sup>a</sup>	92,42 ± 0,56 <sup>b</sup>

Keterangan: Huruf tika atas yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh persilangan yang berbeda nyata ( $p < 0,05$ ).

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada persilangan ikan *brushmouth* albino dihasilkan fenotipe normal berwarna hitam sekurang-kurangnya 8% paling rendah pada persilangan antara albino *slayer* (SS1, SS2) dan resiprokalnya dengan ikan jantan albino *slayer* pada pemijahan pertama (SN1) namun meningkat pada pemijahan kedua (SN2), sedangkan pada persilangan resiprokalnya dengan ikan betina *slayer* (NS1, NS2) jumlah ikan normal hitam yang dihasilkan meningkat sampai 20% ( $p < 0,05$ ).

Persilangan ikan *brushmouth* albino fenotipe *slayer* dan *non slayer* secara resiprokalnya

maupun persilangan sesama fenotipe *slayer* menghasilkan empat kelas fenotipe dengan persentase kelas fenotipe yang berbeda (Gambar 3). presentase kelas fenotipe albino *slayer* yang dihasilkan dari persilangan resiprokalnya dengan jantan albino *slayer* menunjukkan yang tertinggi ( $p < 0,05$ ) yaitu 75% pada pemijahan pertama (SN1) sama dengan pada persilangan sesama fenotipe albino *slayer* (SS1), sedangkan pada pemijahan kedua (SN2, SS2) mengalami penurunan ( $p < 0,05$ ), dan yang paling rendah adalah pada persilangan dengan betina albino *slayer* (NS1, NS2) yaitu 55% ( $p < 0,05$ ).

### Keragaman ukuran fenotipe slayer

Ukuran fenotipe slayer pada hasil persilangan resiprokalnya ikan *brushmouth* albino slayer dan non slayer (SN, NS), menunjukkan peningkatan ukuran slayer dibandingkan dengan tetua non slayer, namun pada SN fenotipe slayer lebih rendah dibandingkan tetua jantan slayer ( $p < 0,05$ ) sedangkan pada NS ukuran fenotipe slayer sama dengan tetua betina slayer. Pada persilangan sesama fenotipe slayer SS menghasilkan keturunan dengan ukuran slayer yang lebih rendah dibandingkan kedua tetuanya pada pemijahan pertama (SS1), sedangkan pada pemijahan kedua (SS2) fenotipe slayer pada ikan berwarna hitam (HS) sama dengan tetua betinanya. Pada ikan hitam slayer menunjukkan fenotipe slayer yang lebih besar daripada albino slayer ( $p < 0,05$ ) dapat dilihat pada Tabel 2.

### Kinerja reproduksi

Kinerja reproduksi hasil persilangan ikan *brushmouth* albino (Tabel 3) menunjukkan bahwa jumlah telur tertinggi terdapat pada persilangan SS ( $p < 0,05$ ) dan terendah pada persilangan NS. Derajat pembuahan tertinggi terdapat pada persilangan SS pemijahan kedua, dengan derajat penetasan 100 % menghasilkan nilai kelangsungan hidup tertinggi ( $p < 0,05$ ) yaitu  $92,42 \pm 0,56\%$ . Persilangan SN dan NS menghasilkan nilai derajat pembuahan, derajat penetasan dan kelangsungan hidup yang tidak berbeda nyata.

### Kualitas air

Hasil pengukuran kualitas air pemeliharaan benih dan induk ikan hias *brushmouth* albino selama 60 hari memiliki nilai pH berkisar 5,8-6,2, suhu berkisar 24,1-24,8°C, dan kadar oksigen terlarut berkisar 6,0-6,9 mgL<sup>-1</sup>.

### Pembahasan

Persilangan ikan *brushmouth* albino slayer dan non slayer menghasilkan empat kelas fenotipe yaitu albino slayer, albino non slayer, hitam slayer dan hitam non slayer dengan proporsi albino slayer tertinggi yaitu 75% pada persilangan dengan jantan albino slayer (SN, SS). Hasil persilangan yang didapatkan pada penelitian ini bertentangan dengan hukum mendel karena adanya penyimpangan alel dimana pada ikan albino dengan genotip a terdapat alel tambahan yang membawa sifat warna hitam (digambarkan dalam genotip <sup>h</sup>) yang menjadikan persilangan alel menjadi a<sup>h</sup> sehingga menghasilkan warna hitam. Skema penolakan hukum mendel karena *multiple* alel dimana albino (a<sup>h</sup>) disilangkan dengan albino (a) kemungkinan keturunan yang terjadi dari hasil persilangan induk yaitu: albino (aa), albino (a<sup>h</sup>a), hitam (a<sup>h</sup>a). Berdasarkan hasil skema persilangan di atas, benih yang dihasilkan oleh induk *brushmouth* albino jantan yang dikawinkan dengan *brushmouth* albino betina akan menghasilkan warna albino dan hitam tetapi dalam jumlah yang sedikit (Helmrich 2006).

Hasil dari seluruh skema persilangan yaitu antara ikan jantan albino slayer dan betina albino non slayer (SN), ikan jantan albino non slayer dan betina albino slayer (NS) dan ikan jantan albino slayer dan betina albino slayer (SS), menghasilkan nilai nisbah panjang slayer terhadap panjang tubuh ikan di atas 0,50 pada ikan albino slayer (AS) dan hitam slayer (HS); sedangkan pada ikan albino non slayer (AnS) dan hitam non slayer (HnS) menghasilkan nilai kurang dari 0,50. Hal ini menunjukkan pola pewarisan slayer pada persilangan ikan *brushmouth* albino diduga bersifat aditif dengan

aksi gen tanpa dominansi sampai dominansi parsial (Gjedrem & Andersen 2005).

Berdasarkan performa reproduksi menunjukkan bahwa hasil persilangan ikan *brushmouth slayer* fenotipe sejenisnya (SS) memiliki jumlah telur, derajat pembuahan, derajat penetasan dan tingkat kelangsungan tertinggi dibandingkan hasil persilangan yang tidak sejenis. Jumlah telur yang dihasilkan dari persilangan SS sebesar  $297 \pm 10,41$  butir, secara umum telur Loricariidae berkisar 242-823 butir (Gomes *et al.* 2014), sedangkan jumlah telur Hypostominae berkisar 42-3902 butir (Secutti & Trajano 2009). Ikan *suckermouth* memiliki jumlah telur 472-1283 butir (Hoover *et al.* 2004), *Hypostomus* sp. berkisar 871-3367 butir (Hildreth *et al.* 2016) dan ikan *Hypostomus francisci* berjumlah 312-1460 butir (Sales *et al.* 2016). Pada ikan hias *Farlowella hahni* (Siluriformes, Loricariidae) menghasilkan telur  $100,3 \pm 36,4$  butir (Figueiredo *et al.* 2019). Nilai derajat pembuahan pada hasil persilangan SS menghasilkan nilai tertinggi yaitu sebesar  $91,22 \pm 0,86\%$  dan semua telur yang dibuahi menetas semua (100%). Sintasan tertinggi sebesar  $92,42 \pm 0,56\%$  dihasilkan pada persilangan SS.

Ikan *brushmouth* hidup pada suhu 23-26°C dan pH 6-7 (Alderton 2008) dan oksigen terlarut minimal 3 mgL<sup>-1</sup> (Boyd 2001). Kualitas air pemeliharaan benih dan induk ikan hias *brushmouth* albino selama 60 hari memiliki nilai pH berkisar 5,8-6,2, suhu berkisar 24,1-24,8°C, dan kadar oksigen terlarut berkisar 6,0-6,9 mgL<sup>-1</sup>, dengan demikian ikan berada pada media pemeliharaan yang sesuai.

## Simpulan

Persilangan ikan *brushmouth albino slayer* dan *non slayer* menghasilkan empat kelas fenotipe dengan proporsi albino *slayer* tertinggi 75% dan jumlah telur yang dihasilkan paling banyak yaitu pada persilangan dengan jantan albino *slayer* (SN, SS). Kinerja reproduksi terbaik diperoleh dari hasil persilangan fenotipe sejenis sesama *slayer*.

## Daftar pustaka

- Aksari YD, Perwitasari D, Butet NA. Kandungan logam berat (Cd, Hg, dan Pb) pada ikan sapu-sapu, *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnaud, 1855) di Sungai Ciliwung. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 15(3): 257–266.
- Alderton D. 2008. *Encyclopedia of Aquarium & Pond Fish*. US. Dorling Kindersey Publishing.
- Balamurugan J, Kathiresan K. 2018. Interspecific hybridization and reproductive biology of marine clownfishes, the orange clownfish *Amphiprion percula* and clown anemonefish *A. ocellaris*. *North American Journal of Aquaculture* 80(3): 301–309.
- Boyd C. 2001. Water quality standard : Dissolved Oxygen. *Global Aquaculture Advocate* 4: 70-71.
- Cardoso YP, Brancolini F, Protogino L, Paracampo A, Bogan S, Posadas P, Montoya-Burgos JI. 2019. An integrated approach clarifies the cryptic diversity in *Hypostomus* Lacépède 1803 from the Lower La Plata Basin. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 91(2): 1–25.
- David L, Rothbard S, Rubinstein I, Katzman H, Hulata G, Hillel J, Lavi U. 2004. Aspects of red and black color inheritance in the Japanese ornamental (Koi) carp (*Cyprinus carpio* L). *Aquaculture*, 233: 129–147.
- [DJPB] Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2018. *Laporan Kinerja DJPB KKP*. Jakarta.
- Effendie MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta.

- Figueiredo RS, Viana LF, Moraes DP, Suarez YR. 2019. Life-history traits of *Farlowella hahni* (Siluriformes, Loricariidae) in streams of the Ivinhema River Basin, Upper Paraná Basin. *Brazilian Journal of Biology*, 79(2): 286–293.
- Gjedrem T, Andersen O. 2005. *Basic Genetics*. In: Gjedrem T (editor). *Selection and Breeding Programs in Aquaculture*. Springer. Netherland. pp. 9–21.
- Gomes ID, Araujo FG, Nascimento AA, Sale A. 2014. Equilibrium reproductive strategy of the armored catfish *Hypostomus auroguttatus* (Siluriformes, Loricariidae) in a tropical river in Southeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 90(1): 61–70.
- Hermanto S, Hudzaifah MR, Muawanah A. 2014. Karakteristik fisikokimia gelatin kulit ikan brushmouth (*Hyposarcus pardalis*) hasil ekstraksi asam. *Jurnal Kimia Valensi*, 4(2): 109–120.
- Helmrich HG. 2006. *Basic Genetics for the Cat Breeder*. The Cat Fanciers Association.
- Hildreth SLC, Bonner TH, Huffman DG. 2016. Female reproductive biology of an exotic suckermouth armored catfish (Loricariidae) in the San Marcos River, Hays Co., Texas, with observations on environmental triggers. *BioInvasions Records*, 5(3): 173–183.
- Hoover J, Killgore KJ, Cofrancesco. 2004. Suckermouth Catfishes: Threats to Aquatic Ecosystems of the United States? *ANSRP (Aquatic Nuisance Species Research Program) Bulletin*, 4(1): 1–14.
- [KKBK] Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman. 2017 *Rencana aksi nasional pembangunan industri ikan hias 2017–2021*. Deputi Bidang Kordinasi Sumber Daya Alam dan Jasa. Jakarta.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2018. *Laporan Kinerja*. KKP Jakarta.
- Kusumah RV, Prasetyo AB, Kusri E, Hayuningtyas EP, Cindelas S. 2016. Keragaan warna dan genotipe calon induk (F-0) ikan clown (*Amphiprion* sp.) strain black percula. *Jurnal Riset Akuakultur*, 11(1): 47–58.
- Kusumawati D, Permana S, Setiawati KM, Haryanti. 2012. Peran gen AIM1 dan intensitas cahaya terhadap karakter pola pigmen ikan badut hitam (*Amphiprion percula*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 7(2): 205–219.
- Lewis R. 2013. Mendel's Laws. In: Maloy S, Hughes K (editor). *Brenner's Encyclopedia of Genetics 2 edition*, 4: 357–363.
- Martins FO, Langeani F, Zawadzki CH. 2014. A new spiny species of *Hypocampus* Lacepede (Loricariidae: Hypostominae) from thermal waters, upper rio Parana basin central Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 12(41): 729–736.
- Omeji S, Obande RA, Oyaje J. 2013. Intra-specific hybridization of local and exotic *Claria gariepinus*. *International Journal of Modern Biological Research*, 1(3): 35–41.
- Onyia UL, Ockokwu IJ, Akume CP. 2016. Growth and Survival of normal coloured and albino *Clarias gariepinus* and reciprocal hybrids. *Nigerian Journal of Fisheries and Aquaculture*, 4(1): 22–27.
- Ramos TPA, Zawadzki CH, Ramos RTC, Britski HA. 2017. Redescription of *Hypocampus johnii*, a senior synonym of *Hypostomus eptingi* (Siluriformes: Loricariidae), Northeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 15(2): 1–10.
- Said DS, Carman O. 2006. Variasi penampilm ikan pelangi Irian (family Melanotaeniidae) hibrida. *Aquacultura Indonesiana*, 7(2): 115–121.
- Sales CF, Domingos FFT, Brighenti LS, Riberio RIMA, Santos HB, Thome RG. 2016. Biological variables of *Hypostomus francisci* (Siluriformes: Loricariidae) from Itapecerica River, Minas Gerais State, Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 88(3): 1603–1614.
- Seccuti S, Trajano E. 2009. Reproductive behavior, development and eye regression in the cave armored catfish, *Ancistrus cryptophthalmus* Reis, 1987 (Siluriformes: Loricariidae), breed in laboratory. *Neotropical Ichthyology*, 7(3): 479–490.
- Singh AP, Nusslein-Volhard C. 2015. Review Zebrafish stripes as a model for vertebrae colour pattern formation, Review. *Current Biology*, 25(2): R81–R92.
- Weber C, Covain R, Fisch-Muller S. 2012. Identity of *Hypocampus plecostomus*

(Linnaeus, 1758) with an overview of *Hypostomus* species from the Guianas (Teleostei: Siluriformes: Loricariidae). *Cybium*, 36(1): 195–227.

Zawadzki CH, Weber C, Pavanelli CS. 2010. A new dark-saddled species of *Hypostomus* (Siluriformes: Loricariidae) from the upper rio Paraguay basin. *Neotropical Ichthyology*, 8(4): 719–725.



## Evaluasi kualitas warna dan aktivitas antioksidan yuwana ikan botia *Chromobotia macracanthus* Bleeker 1852 dengan penambahan astaksantin dalam pakan

[Color quality and antioxidant activity evaluation of clown loach juvenile, *Chromobotia macracanthus* Bleeker 1852 by addition of astaxanthin in diet]

Rina Hirnawati<sup>1,2✉</sup>, Dedi Jusadi<sup>3</sup>, Julie Ekasari<sup>3</sup>, Muhammad Agus Suprayudi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana IPB  
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680

<sup>2</sup>Balai Riset Budidaya Ikan Hias  
Jalan Perikanan nomor 13, Pancoran Mas, Depok 16436  
Surel: rinabatara80@gmail.com

<sup>3</sup>Departemen Budidaya Perairan, FPIK-IPB  
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680  
Surel: siflounder@gmail.com  
j\_ekas@yahoo.com  
agus.suprayudi1965@gmail.com

Diterima : 11 September 2019; Disetujui : 18 Februari 2020

### Abstrak

Ikan botia adalah salah satu jenis ikan hias asli Indonesia dan merupakan komoditas perdagangan internasional. Ikan botia hasil tangkapan maupun hasil budidaya memiliki permasalahan saat dipelihara karena mengalami penurunan kualitas warna. Inovasi teknologi diperlukan untuk peningkatan kualitas warna ikan botia melalui ramuan pakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan astaksantin dalam pakan terhadap kualitas warna dan peran astaksantin sebagai antioksidan pada yuwana ikan botia. Penelitian terdiri atas empat perlakuan dengan empat ulangan. Perlakuan berupa penambahan astaksantin dalam pakan dengan dosis yang berbeda yaitu 0, 50, 100, dan 150 mg kg<sup>-1</sup>. Pakan dibuat isoprotein dan isoenergi. Yuwana ikan botia yang digunakan berukuran 3,44±0,51 cm dan 0,56±0,02 g dengan padat tebar satu ekor per liter. Masa pemeliharaan selama 60 hari dengan frekuensi pemberian pakan tiga kali sehari secara *at satiation*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan astaksantin tidak berpengaruh nyata terhadap kecerahan dan aktivitas antioksidan baik enzim superoxide dismutase maupun malondialdehyde, namun berpengaruh nyata ( $P<0,05$ ) terhadap kepekatan warna dan karotenoid total. Penambahan astaksantin dalam pakan efektif untuk meningkatkan kualitas warna ikan botia. Dosis astaksantin 100 mg kg<sup>-1</sup> dalam pakan merupakan dosis optimal bagi yuwana ikan botia.

Kata penting: antioksidan, astaksantin, ikan botia, kualitas warna, pakan.

### Abstract

Botia or clown loach is the one of fishes was originated from Indonesia and as an ornamental fish commodity in the global market. Clown loach both nature and cultured have some problems when reared in aquaria that is the decrease of color quality. An innovation technology to improve color quality through diet formulates is needed. The aims of this research were to increase the color quality using astaxanthin in diet and to find out the role of astaxanthin as antioxidant in clown loach. The study consists of four treatments of astaxanthin dosages in the diet with isoprotein and isoenergy, namely 0, 50, 100 and 150 mg kg<sup>-1</sup> with four replications. The fish juveniles with size of 3.44±0.51 cm and 0.56±0.02 g of weight with density of one fish per litre were used. The test diet was given three times a day during 60 days. The results showed that there were no significant differences antioxidant activity such as superoxide dismutase enzymes and malondialdehyde. However, there was a significant effect ( $P<0.05$ ) to color quality of the chroma and total carotenoid, whereas no significantly different in lightness. The addition of astaxanthin was effective to improve the color quality of clown loach juvenile. Thus, 100 mg kg<sup>-1</sup> of astaxanthin in diet is an optimal dose for clown loach juvenile.

Keywords: antioxidant, astaxanthin, clown loach, color quality, diet

### Pendahuluan

Ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) merupakan salah satu jenis ikan hias air tawar asli Indonesia yang berasal dari perairan

Sumatera dan Kalimantan (Sudarto & Pouyau 2006) dan juga merupakan komoditas ikan hias air tawar dalam perdagangan internasional. Umumnya para pengumpul mendapatkan ikan

botia dari hasil tangkapan di alam, kemudian dibesarkan di wadah penampungan hingga mencapai ukuran siap jual. Penangkapan sangat bergantung pada musim dan berfluktuasi setiap tahunnya, sehingga kontinuitasnya dipengaruhi oleh musim dan ketersediaan populasi di alam. Untuk itu kegiatan budidaya diperlukan untuk mendukung keberlangsungan usaha ikan ini dan upaya perlindungan serta pengelolaan plasma nutfah ikan asli Indonesia. Namun masih terdapat permasalahan dalam proses budidaya, salah satunya adalah kualitas warna ikan yang menurun, yaitu ketajaman warnanya berkurang. Penurunan kualitas warna juga terjadi ketika ikan botia hasil tangkapan dari alam dibesarkan dalam wadah penampungan. Penurunan warna ikan disebabkan oleh kurangnya asupan karotenoid dalam pakannya karena ikan sendiri tidak mampu mensintesis karotenoid secara *de novo* (Guillaume *et al.* 2001, Sujatha *et al.* 2011, Jintataporn & Yuangsoi 2012). Pakan ikan botia hasil budidaya maupun ikan tangkapan dari alam yang dipelihara di penampungan adalah cacing sutera atau cacing darah, dan diketahui bahwa keduanya tidak memiliki karotenoid. Secara ekonomi warna dikenal sebagai karakter penting yang dapat memengaruhi tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk hewani sehingga kemudian turut menentukan nilai jualnya di pasaran (Tume *et al.* 2009, Colihueque 2010). Ikan botia berwarna oranye dengan pita hitam pada bagian tubuhnya. Menurut Shiang (2006) bahwa warna ikan dipengaruhi oleh penyerapan dan akumulasi karotenoid dalam tubuhnya. Karotenoid merupakan pigmen utama pada kulit ikan hias (Sinha & Asimi 2007, Ahilan *et al.* 2008). Karotenoid merupakan kelompok senyawa *fat-soluble* yang menyediakan warna merah dan oranye pada

tanaman, alga, ikan dan *cyanobacteria* (Susanto & Fahmi 2012). García-Chavarría & Lara-Flores (2013) mengemukakan bahwa karotenoid yang secara umum terdapat pada ikan adalah astaksantin (merah), cantaksantin (jingga-merah), doradeksantin (kuning), echinenone (merah), karoten (jingga), lutein (kuning-kehijauan), taraksantin (kuning) dan zeaksantin (kuning-jingga).

Jalur metabolisme karotenoid pada ikan terkait dengan kemampuan dalam mengkonversi astaksantin. Astaksantin merupakan produk akhir dalam jalur metabolisme ikan, sehingga dapat dimanfaatkan secara langsung oleh ikan tanpa melalui proses konversi. Setiap ikan memiliki kemampuan yang berbeda dalam sintesis astaksantin dari sumber karotenoid yang lain. Secara mendasar kemampuan hewan air dalam mengubah karotenoid menjadi astaksantin dibedakan menjadi tiga. Pertama, jenis cyprinids mempunyai kemampuan mengubah lutein dan zeaksantin (tapi tidak  $\beta$ -karoten) menjadi pigmen utama berupa astaksantin. Kedua, hampir semua krustasea mampu mensintesis astaksantin dari  $\beta$ -karoten dan yang ketiga jenis salmonid tidak mempunyai kemampuan untuk mengubah karotenoid menjadi astaksantin (Guillaume *et al.* 2001).

Suplementasi karotenoid dalam pakan diketahui efektif dalam menjaga dan meningkatkan warna ikan akuatik (Niu *et al.* 2011, Sun *et al.* 2012). Pemanfaatan karotenoid berupa astaksantin pada ikan fancy carp *Cyprinus carpio* memberikan hasil bahwa astaksantin yang diserap ke peredaran darah lebih tinggi dibandingkan lutein dan  $\beta$ -karoten (Yuangsoi *et al.* 2010). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penambahan astaksantin efektif dalam memperbaiki warna ikan red devil *Cichlasoma*

*citrinellum* (Pan & Chien 2009), ikan rosy barb *Pethia conchonius* (Teimouri & Amirkolaie 2013), ikan badut *Amphiprion ocellaris* (Ho *et al.* 2013, Yi *et al.* 2014), ikan *blood parrot* (Li *et al.* 2016), ikan large yellow croaker *Larimichthys crocea* (Yi *et al.* 2017).

Selain sebagai pigmen, karotenoid juga memiliki fungsi biologis penting lain yaitu antioksidasi (Niu *et al.* 2014, Pham *et al.* 2014). Kadam & Prabhasankar (2010) menyatakan bahwa astaksantin sangat potensial sebagai antioksidan dan *anti-lipid peroxidation* (Leite *et al.* 2010). Antioksidan merupakan zat yang dapat melawan pengaruh bahaya dari radikal bebas yang terbentuk sebagai hasil metabolisme oksidatif, yaitu hasil dari reaksi-reaksi kimia dan proses metabolik yang terjadi di dalam tubuh (Rohmatussolihat 2009). Astaksantin mampu melindungi sel dari oksidasi dengan mekanisme meredam singlet oksigen kemudian melepaskan energi dalam bentuk panas dan menetralkan radikal bebas yang selanjutnya mencegah dan menghentikan reaksi oksidasi (Lorenz 2000). Astaksantin sebagai antioksidan mampu menghambat peroksidase lipid serta mampu melindungi membran sel dari kerusakan oksidatif pada organisme akuatik (Higuera-Ciapara *et al.* 2006). Penelitian sebelumnya menunjukkan suplementasi astaksantin dalam pakan mampu meningkatkan kapasitas antioksidan (*superoxide dismutase, glutathione peroxidase, glutathione reductase, malondialdehyde*) pada *Litopenaeus vannamei* (Zhang *et al.* 2013), *Lutjanus erythropterus* (Angeles & Chien 2016), diskus merah *Symphysodon* spp (Song *et al.* 2016), ikan *blood parrot* (Li *et al.* 2018). Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh suplementasi astaksantin sebagai sumber karotenoid

dalam pakan terhadap kualitas warna dan aktivitas antioksidan yuwana ikan botia.

## **Bahan dan metode**

### *Tempat dan waktu penelitian*

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-Juni 2018 di Laboratorium Basah Balai Riset Budidaya Ikan Hias (BRBIH) Depok. Pembuatan pakan uji, pemeliharaan ikan uji, analisis kualitas warna dan aktivitas antioksidan dilaksanakan di laboratorium BRBIH Depok.

### *Rancangan penelitian*

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL), yang terdiri dari empat perlakuan dengan empat ulangan. Perlakuan pada penelitian ini berupa dosis penambahan astaksantin dalam pakan sebesar 0, 50, 100 dan 150 mg kg<sup>-1</sup>.

### *Pakan uji*

Pakan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah pakan pelet tenggelam mengandung kadar protein sebesar 41% dan dibuat dengan isoprotein (kadar protein yang sama) dan isoenergi (nilai kalori atau energi yang sama) pada setiap perlakuannya (Tabel 1). Astaksantin yang digunakan adalah Carophyll@pink yang mengandung 10% astaksantin.

Pembuatan pakan dilakukan dengan mencampurkan bahan baku yang berkuantitas sedikit lalu berkuantitas banyak, kecuali minyak ikan, minyak kelapa dan astaksantin ditambahkan pada tahap akhir, dicampur merata hingga kalis dan dicetak menggunakan mesin pelet dengan diameter lubang 1 mm. Pakan yang telah dicetak kemudian dikeringkan dalam oven bersuhu 60°C dan disimpan pada suhu 4°C.

Tabel 1 Formula pakan uji dan proksimat pakan

Komposisi (g 100g <sup>-1</sup> )	Perlakuan kadar astaksantin pakan (mg kg <sup>-1</sup> )			
	0	50	100	150
Tepung ikan	38,00	38,00	38,00	38,00
Tepung kedelai	26,00	26,00	26,00	26,00
Tepung terigu	9,00	8,98	8,97	8,95
Tepung tapioka	9,00	8,98	8,96	8,94
Pollard	9,00	8,99	8,97	8,96
Minyak ikan	1,50	1,50	1,50	1,50
Minyak kelapa	1,50	1,50	1,50	1,50
Vitamin mineral mix	6,00	6,00	6,00	6,00
Carophyll pink	0,00	0,05	0,10	0,15
Proksimat pakan				
Protein (%)	41,72	41,48	41,23	41,08
Lemak (%)	5,06	5,02	4,74	4,71
Serat Kasar (%)	2,48	2,26	1,78	2,01
Kadar Abu (%)	14,22	13,92	13,43	14,41
BETN (%)	36,79	37,32	38,82	37,79
GE (kkal/g)	432,04	432,49	434,61	429,26
C/P	10,36	10,43	10,54	10,45

Keterangan: Carophyll pink = astaksantin 10%; BETN = bahan ekstrak tanpa nitrogen, GE = *gross energy* 1 g protein = 5,6 kkal GE, 1 g karbohidrat/BETN = 4,1 kkal GE, 1 g lemak = 9,4 kkal GE (Watanabe 1988), C/P: perbandingan rasio energi pakan dengan kadar protein pakan

#### Pemeliharaan ikan uji

Hewan uji yang digunakan adalah yuwana ikan botia hasil pemijahan induk ikan botia di Balai Riset Budidaya Ikan Hias Depok yang memiliki ukuran panjang rata-rata 3,44±0,51 cm dan bobot rata-rata 0,56±0,02 g. Wadah pemeliharaan berupa akuarium ukuran 40 cm x 30 cm x 30 cm sebanyak 16 unit yang masing-masing diisi air sebanyak 20 L. Sistem pemeliharaan yang digunakan adalah sistem air stagnan dilengkapi instalasi aerasi pada setiap akuarium. Ikan dipelihara dengan kepadatan satu ekor per liter dan diadaptasikan dengan pemberian pakan basal (tanpa astaksantin) selama dua minggu,

untuk selanjutnya diberikan pakan sesuai dengan perlakuan. Pemeliharaan ikan dengan pemberian pakan sesuai dengan perlakuan dilakukan selama 60 hari. Pakan diberikan secara *at satiation* dengan frekuensi pemberian pakan sebanyak tiga kali sehari yaitu pukul 08.00, 12.00 dan 16.00 WIB. Untuk menjaga kualitas air, dilakukan penyiponan dan penggantian air satu kali setiap hari sekitar 30% sebelum pemberian pakan pertama.

Pada akhir masa pemeliharaan, dilakukan pengamatan kualitas warna dengan dua metode yaitu kuantifikasi warna menggunakan alat kolorimeter (Konika Minolta CR400) dan analisis karotenoid total serta analisis anti-

Tabel 2 Parameter warna yuwana ikan botia menggunakan alat kolorimeter yang diberi pakan dengan penambahan astaksantin yang berbeda

Parameter	Penambahan astaksantin dalam pakan (mg kg <sup>-1</sup> )			
	0	50	100	150
Kecerahan (%)	50,69±1,33 <sup>a</sup>	47,90±1,57 <sup>a</sup>	49,34±1,51 <sup>a</sup>	48,34±1,11 <sup>a</sup>
Kepekatan (%)	8,68±0,58 <sup>a</sup>	12,26±0,47 <sup>b</sup>	15,16±1,17 <sup>bc</sup>	16,42±1,30 <sup>c</sup>

Keterangan: Huruf tika atas yang berbeda di belakang nilai rata-rata ± simpangan baku pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05).

$$\% \text{ hambatan} = \frac{\Delta \text{abs/mnt tanpa sampel} - \Delta \text{abs/mnt tsampel}}{\Delta \text{abs tanpa sampel}} \times 100\%$$

oksidan. Kuantifikasi warna dilakukan dengan cara meletakkan alat kolorimeter pada kulit ikan bagian kiri yang berwarna oranye, lalu alat ditekankan dan diperoleh hasil berupa nilai kecerahan dan kepekatan warna yuwana ikan botia. Analisis karotenoid total dan aktivitas antioksidan dilakukan di laboratorium nutrisi, di mana 10 ekor ikan dikoleksi dari masing-masing akuarium ulangan kemudian disimpan menggunakan aluminium foil pada suhu -20 °C sebelum analisis dilakukan.

#### Parameter penelitian

Parameter yang diamati meliputi pengukuran kecerahan dan kepekatan warna, karotenoid total serta aktivitas enzim *superoxide dismutase* (SOD) dan *malondialdehyde* (MDA).

Analisis karotenoid total ikan dilakukan pada tiga bagian tubuh yaitu bagian sirip, kulit dan daging menggunakan spektrofotometer UV-Vis mengikuti metode yang dikemukakan oleh Schiedt & Liaaen-Jensen (1995) pada panjang gelombang 470 nm. Pelarut yang digunakan yaitu aseton dan n-heksan teknis.

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

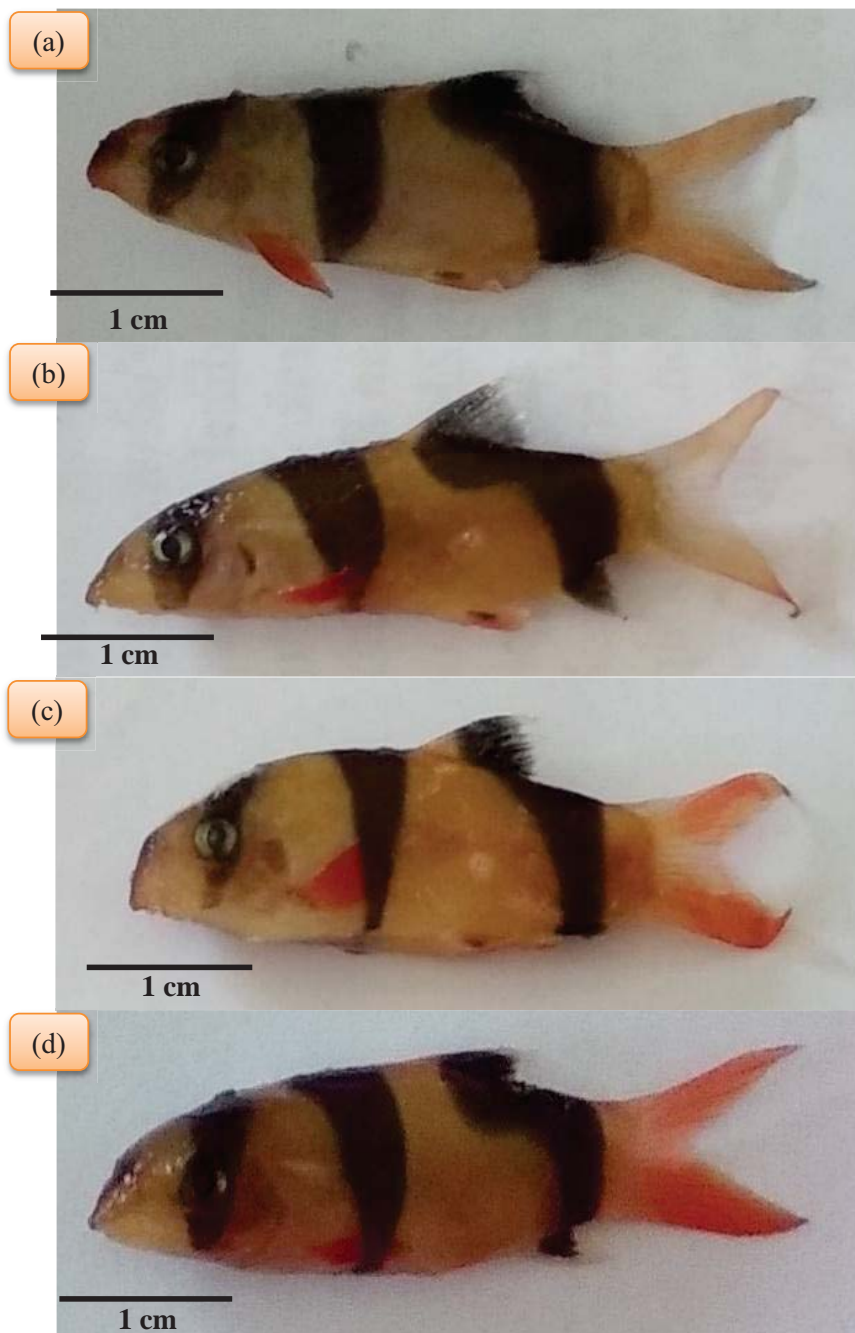
Aktivitas SOD dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

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

#### Analisis statistik

Seluruh data ditabulasi menggunakan Microsoft excel, selanjutnya dilakukan uji statistik menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada data parameter penelitian. Analisis statistik menggunakan program SPSS versi 23 dan diuji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* pada selang kepercayaan 95%.



Gambar 1 Tampilan secara visual kualitas warna yuwana ikan botia *Chromobotia macracanthus* yang diberi pakan dengan penambahan astaksantin yang berbeda pada akhir masa pemeliharaan. (a) 0 mg kg<sup>-1</sup>; (b) 50 mg kg<sup>-1</sup>; (c) 100 mg kg<sup>-1</sup>; (d) 150 mg kg<sup>-1</sup>.

### Hasil

Hasil dari kuantifikasi warna (Tabel 2) menggunakan alat kolorimeter menunjukkan bahwa nilai kecerahan warna yuwana ikan botia berkisar antara 47,90 hingga 50,69% dan nilai kepekannya antara 8,68 hingga 16,42%. Nilai

kecerahan tidak berbeda antar perlakuan, namun nilai kepekatan warna terlihat memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) dengan adanya suplementasi astaksantin dalam pakan.

Tabel 3 Nilai karotenoid total pada bagian sirip, kulit dan daging ikan botia yang diberi pakan dengan penambahan astaksantin yang berbeda

Karotenoid total (mg kg <sup>-1</sup> )	Penambahan astaksantin dalam pakan (mg kg <sup>-1</sup> )			
	0	50	100	150
Sirip	44,71±2,14 <sup>a</sup>	81,79±8,34 <sup>ab</sup>	140,86±24,17 <sup>bc</sup>	197,40±30,02 <sup>c</sup>
Kulit	4,15±1,27 <sup>a</sup>	13,04±1,50 <sup>b</sup>	17,14±0,61 <sup>c</sup>	20,67±1,38 <sup>c</sup>
Daging	1,65±0,60 <sup>a</sup>	3,38±0,27 <sup>b</sup>	3,76±0,51 <sup>b</sup>	3,17±0,23 <sup>b</sup>

Keterangan: Huruf tika atas yang berbeda di belakang nilai rata-rata ± simpangan baku pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $P < 0,05$ )

Tabel 4 Aktivitas antioksidan yuwana ikan botia yang diberi pakan dengan penambahan astaksantin yang berbeda

Penambahan astaksantin dalam pakan (mg kg <sup>-1</sup> )	Parameter	
	Enzim SOD (unit mg <sup>-1</sup> protein)	MDA (nmol mg <sup>-1</sup> protein)
0	0,49±0,11 <sup>a</sup>	0,19±0,02 <sup>a</sup>
50	0,37±0,08 <sup>a</sup>	0,33±0,04 <sup>a</sup>
100	0,45 ±0,12 <sup>a</sup>	0,23±0,04 <sup>a</sup>
150	0,33±0,05 <sup>a</sup>	0,30±0,08 <sup>a</sup>

Keterangan: SOD= superoxide dismutase; MDA= malondialdehyde. Huruf tika atas yang berbeda di belakang nilai rata-rata ± simpangan baku pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $P < 0,05$ )

Hasil pengamatan terhadap tampilan warna secara visual yuwana ikan botia (Gambar 1) yang diberi pakan dengan penambahan astaksantin yang berbeda menunjukkan adanya perbaikan warna pada bagian sirip ekor, yang terlihat jelas pada penambahan astaksantin sebesar 100 dan 150 mg kg<sup>-1</sup>.

Nilai karotenoid total pada bagian sirip, kulit dan daging ikan botia (Tabel 3) memberikan nilai yang bervariasi. Dari hasil analisis karotenoid total pada semua perlakuan menunjukkan bahwa nilai karotenoid total tertinggi terdapat pada bagian sirip, berkisar antara 44,71 hingga 197,40 mg kg<sup>-1</sup>, diikuti bagian kulit sebesar 4,15 hingga 20,67 mg kg<sup>-1</sup> kemudian daging sebesar 1,65 hingga 3,76 mg kg<sup>-1</sup>. Nilai karotenoid tersebut menunjukkan bahwa suplementasi astaksantin dapat meningkatkan kadar karotenoid total pada sirip, kulit dan daging secara signifikan ( $P < 0,05$ ).

Nilai enzim SOD berkisar antara 0,33 hingga 0,49 unit mg<sup>-1</sup> protein, dan nilai MDA berkisar antara 0,19 hingga 0,33 nmol.mg<sup>-1</sup> protein. Nilai aktivitas antioksidan disajikan pada Tabel 4, terlihat bahwa penambahan astaksantin dalam pakan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap aktivitas antioksidasi pada yuwana ikan botia.

## Pembahasan

Penambahan astaksantin sebagai sumber karotenoid dalam pakan efektif meningkatkan warna pada yuwana ikan botia dibandingkan pakan yang tidak ditambahkan astaksantin baik secara kualitatif (secara visual, Gambar 1) maupun secara kuantitatif, yang meningkatkan nilai kepekatan sebesar 41 hingga 89% (Tabel 2) dan nilai karotenoid total pada bagian sirip 83 hingga 342%, kulit 214 hingga 398%, daging 92 hingga 128% (Tabel 3). Serupa dengan

penelitian Amin *et al.* (2012) bahwa penambahan astaksantin dalam pakan dapat memberikan pengaruh terhadap warna udang *red cherry* jantan *Neocaridina heteropoda* dan ikan badut *Amphiprion ocellaris* (Ho *et al.* 2013). Aslianti *et al.* (2011) melaporkan bahwa bahan sintesis Carophyll pink dengan kandungan astaksantin 8% sebagai sumber karotenoid dalam pakan mampu meningkatkan performansi warna ikan kakap merah *Lutjanus sebae*. Penelitian lain menyebutkan bahwa penambahan astaksantin dalam pakan sebesar 100-300 mg kg<sup>-1</sup> dapat meningkatkan intensitas warna ikan platy pedang *Xiphophorus helleri* (Rachmawati *et al.* 2016) dan meningkatkan pigmentasi tubuh ikan diskus *Symphysodon* spp dengan penambahan astaksantin dalam pakan sebesar 50-400 mg kg<sup>-1</sup> (Song *et al.* 2016).

Kualitas warna berkaitan dengan banyaknya pigmen di dalam kulit (Ahilan *et al.* 2008). Kualitas dan keberadaan warna disebabkan adanya sel warna pada kulit yang disebut kromatofor. Kromatofor adalah sel pigmen yang memiliki bentuk bulat dan terletak menyebar di seluruh lapisan sel epidermis kulit ikan (Indarti *et al.* 2012) dan merupakan *bearing cell* pada ikan sehingga ikan mampu membentuk pola dan warna pada tubuhnya (Sköld *et al.* 2016). Astaksantin merupakan bahan utama karotenoid sebagai pembentuk pigmen merah pada ikan dan udang (Regunathan 2008). Astaksantin (xantofil merah) diaplikasikan dalam akuakultur, farmasi dan industri makanan (Rodriguez *et al.* 2010). EFSA (2014) mengemukakan bahwa astaksantin efektif dalam mewarnai daging ikan salmon dan dalam pewarnaan kulit ikan hias.

Astaksantin seperti karotenoid lainnya bersifat lipofilik, dalam pencernaan akan larut dalam lemak. Di lambung proses pencernaan

lemak tidak begitu efektif. Proses pencernaan lemak secara intensif dimulai pada segmen usus. Menurut Østerlie *et al.* (2000) keberadaan astaksantin dalam plasma dibawa oleh lipoprotein. Guerin *et al.* (2003) menambahkan bahwa di dalam plasma, karotenoid yang bersifat non polar seperti β-karoten, α-karoten dan likopen sebagian besar di bawa oleh lipoprotein densitas sangat rendah (VLDL) dan lipoprotein densitas rendah (LDL), sedangkan karotenoid yang bersifat polar seperti zeasantin, lutein dan astaksantin dibawa oleh LDL dan lipoprotein densitas tinggi (HDL).

Penambahan astaksantin dalam pakan tidak memberikan pengaruh terhadap kecerahan yuwana ikan botia (Tabel 2). Hal ini serupa dengan penelitian Teimouri & Amirkolaie (2013) pada ikan *Pethia conchonius* dengan penambahan astaksantin dalam pakan sebesar 20-80 mg kg<sup>-1</sup>, 37,5 dan 75 mg kg<sup>-1</sup> pada ikan *Larimichthys croceus* (Yi *et al.* 2014), 50 dan 100 mg kg<sup>-1</sup> pada ikan rainbow trout (Rahman *et al.* 2016). Selain nutrisi pada pakan, faktor lingkungan juga dapat mempengaruhi kecerahan kulit ikan, termasuk warna latar belakang dan spektrum cahaya (Kalinowski *et al.* 2007). Pada penelitian ini nilai kecerahan berkisar antara 47-51%, kisaran ini termasuk sempit yang mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan tidak memberikan pengaruh terhadap kualitas warna yuwana ikan botia.

Nilai karotenoid total tertinggi terdapat pada bagian sirip ikan diikuti bagian kulit kemudian daging. Hal tersebut menunjukkan bahwa karotenoid lebih banyak terdeposisi di bagian sirip ikan botia dibandingkan di bagian kulit dan dagingnya. Kondisi ini serupa dengan penelitian pada ikan *clown*, *Amphiprion perculata* (Sukarman 2017) dan rainbow

kurumoi *Melanotaenia parva* (Meilisza 2018) bahwa sirip merupakan jaringan yang mendeposisikan karotenoid lebih tinggi diikuti bagian kulit kemudian daging atau otot. Menurut Aravindan *et al.* (2001) pada ikan hias, pewarnaan (pigmentasi) tinggi terdapat pada sirip dan kulit, hal ini dimungkinkan karena pakan yang mengandung karotenoid itu diperoleh, dicerna, dimanfaatkan, ditransportasikan dan disimpan secara langsung dalam sirip dan kulit dibandingkan daging atau otot. Karotenoid yang terdapat dalam kulit dan sirip ikan pada dasarnya berasal dari makanannya, karena pigmen tersebut hanya dapat diproduksi oleh tumbuhan, alga dan mikroorganisme yang mempunyai kemampuan melakukan fotosintesis (Dharmaraj & Dhevendaran 2011). Lebih lanjut Yi *et al.* (2017) mengemukakan bahwa kadar karotenoid meningkat dengan meningkatnya astaksantin dalam pakan.

Menurut Fasset & Coomers (2011) pigmen karotenoid dan astaksantin memiliki manfaat dalam meningkatkan aktivitas antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron atau reduktan. Antioksidan dapat bersifat enzimatis atau non-enzimatis. Antioksidan enzimatis seperti *superoxide dismutase* (SOD), katalase, dan glutathion peroksidase yang merupakan sistem pertahanan primer terhadap stress oksidatif dengan cara mencegah terbentuknya senyawa radikal bebas baru (Winarsi 2007). Stress oksidatif merupakan keadaan yang tidak seimbang antara jumlah molekul radikal bebas dan antioksidan di dalam tubuh (Trilaksani 2003).

Enzim SOD adalah salah satu antioksidan yang berfungsi meredam radikal bebas sehingga dapat mencegah kerusakan pada sel (Li *et al.* 2016) dan bekerja dengan cara membersihkan

radikal bebas dengan reaksi enzimatis dan mengubahnya menjadi produk yang lebih stabil, di mana SOD mengkatalisis reaksi dismutase radikal bebas anion superoksida ( $O_2^-$ ) menjadi hidrogen peroksida dan molekul oksigen sehingga tidak berbahaya bagi sel (Halliwell 2006). Antioksidan non-enzimatis disebut juga antioksidan sekunder karena dapat diperoleh dari asupan makanan seperti vitamin C,  $\beta$ -karoten dan lain-lain, yang berfungsi menangkap senyawa oksidan serta mencegah terjadinya reaksi berantai (Winarsi 2007). Aktivitas SOD di dalam jaringan dan MDA level menggambarkan kemampuan untuk membersihkan radikal bebas dan tingkat keparahan kerusakan sel (Li *et al.* 2018). Semakin tinggi nilai SOD semakin banyak radikal superoksida yang perlu direaksikan (Qingming *et al.* 2010). Selanjutnya menurut Takahashi *et al.* (2004) bahwa radikal bebas menyebabkan terjadinya reaksi peroksidasi lipid dengan membentuk malondialdehida (MDA) dan kadar MDA yang tinggi dapat digunakan sebagai penanda kerusakan oksidatif.

Hasil penelitian Meilisza *et al.* (2019) bahwa penambahan astaksantin mampu menurunkan nilai aktivitas SOD pada ikan rainbow kurumoi *Melanotaenia parva*, rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Zhang *et al.* 2012), large yellow croaker *Pseudosciaena crocea* (Li *et al.* 2014), olive flounder *Paralichthys olivaceus* (Pham *et al.* 2014). Menurut Zhang *et al.* (2013) bahwa pakan yang mengandung astaksantin dapat mengurangi stress oksidatif pada jaringan sel. Astaksantin melindungi sel dari oksidasi dengan mekanisme meredam singlet oksigen kemudian melepaskan energi dalam bentuk panas dan menetralkan radikal bebas, yang selanjutnya mencegah dan menghentikan reaksi oksidasi (Lorenz 2000). Xie *et al.* (2017)

mengemukakan bahwa nilai SOD yang menurun dengan suplementasi astaksantin menunjukkan bahwa astaksantin dapat mengurangi *reactive oxygen species* untuk mencegah sel dan jaringan memproduksi SOD lebih banyak. Lebih lanjut dikatakan bahwa saat terjadi stress oksidatif, sel memproduksi SOD endogen lebih banyak untuk melindungi tubuh atau sel dari kerusakan.

Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa penambahan astaksantin dalam pakan tidak memengaruhi aktivitas antioksidan yuwana ikan botia baik nilai SOD maupun MDA (Tabel 4). Nilai tersebut menunjukkan bahwa tidak ada radikal bebas atau stress yang berlebih dalam tubuh ikan. Serupa dengan penelitian Sofian *et al.* (2016) bahwa penambahan astaksantin sebesar 100 dan 200 mg kg<sup>-1</sup> pada pakan ikan gurami *Osphronemus gourami* tidak mempengaruhi status antioksidannya yang meliputi kadar MDA dan enzim SOD. Penelitian Xie *et al.* (2017) menunjukkan bahwa suplementasi carophyll pink (astaksantin 10%) sebesar 0,2% memberikan nilai MDA yang tidak berbeda.

### Simpulan

Penambahan astaksantin dalam pakan efektif meningkatkan kualitas warna yuwana ikan botia. Dosis astaksantin sebesar 100 mg kg<sup>-1</sup> dalam pakan merupakan dosis yang optimal bagi yuwana ikan botia.

### Daftar pustaka

- Ahilan B, K Jegan, N Felix, K Raveneswaran. 2008. Influence of botanical additives on the growth and coloration of adult goldfish. *Tamilnadu Journal of Veterinary and Animal Science*, 4(4): 129-134.
- Amin MI, Rosidah, Lili W. 2012. Peningkatan kecerahan warna udang red cherry *Neocaridina heteropoda* jantan melalui pemberian astaksantin dan cantaksantin

dalam pakan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(4): 243-252.

- Angeles IPJr, Chien Y. 2016. Antioxidant capacity and metabolic responses of red striped snapper *Lutjanus erythropterus* fed diets with astaxanthin and/or oxidized oil. *Journal of Marine Science and Technology*, 24(2): 338-346.
- Aravindan CM, Preethi S, Abraham KM. 2001. Effect of increased bio-availability of beta carotene on the pigmentation of gold fish *Carassius auratus*. *Journal of the Inland Fisheries Society of India*, 33(1): 49-53.
- Aslianti T, Afifah, Priyono A. 2011. Ekspresi beberapa jenis bahan karotenoid dalam pakan pada performansi warna yuwana ikan kakap merah *Lutjanus sebae*. *Jurnal Berkala Penelitian Hayati (Edisi Khusus)*, 4B: 51-57.
- Colihueque, N. 2010. Genetic of salmonid skin pigmentation: clues and prospects for improving the external appearance of farmed salmonid. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 20(1): 71-86.
- Dharmaraj S, Dhevendaran K. 2011. Application of microbial carotenoids as a source of colouration and growth of ornamental fish *Xiphophorus helleri*. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 3(2): 137-144.
- [EFSA] European Food Safety Authority. 2014. Scientific opinion on the safety and efficacy of astaxanthin (Carophyll® pink 10% CWS) for salmonid and ornamental fish. *European Food Safety Authority Journal*, 12(6): 3725.
- Fasset RG, Coombers JS. 2011. Astaxanthin: a potential therapeutic agent in cardiovascular disease. *Marine Drugs*, 9(1): 447-465.
- García-Chavarría M, Lara-Flores M. 2013. The use of carotenoid in aquaculture. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 8(2): 38-49.
- Guerin M, Huntley ME, Olaizola M. 2003. *Haematococcus* astaxanthin: applications for human health and nutrition. *Trends in Biotechnology*, 21(5): 210-216.
- Guillaume J, Kaushik S, Bergot P, Métailleur R. 2001. *Nutrition and feeding of fish and crustaceans*. Praxis Publishing, Ltd. 408 p.

- Halliwell B. 2006. Reactive species and antioxidants: Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. *Plant Physiology*, 141(2): 312-322.
- Higuera-Ciapara L, Felix-Valenzuela L, Goycoolea FM. 2006. Astaxanthin: A review of its chemistry and applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(2): 185-196.
- Ho ALFC, O'Shea SK, Pomeroy HF. 2013. Dietary esterified astaxanthin effects on color, carotenoid concentrations and compositions of clown anemonefish *Amphiprion ocellaris*, skin. *Aquaculture International*, 21(2): 361-374.
- Indarti S, Muhaemin M, Hudaidah S. 2012. Modified toca colour finder M-TCF dan kromatofor sebagai penduga tingkat kecerahan warna ikan komet *Carassius auratus auratus* yang diberi pakan dengan proporsi tepung kepala udang TKU yang berbeda. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1(1): 9-16.
- Jintasataporn O, Yuangsoi B. 2012. Stability of carotenoid diets during feed processing and under different storage conditions. *Molecules*, 17(5): 5651-5660.
- Kadam SU, Prabhasankar P. 2010. Marine foods as functional ingredients in bakery and pasta products. *Food Research International*, 43(8): 1975-1980.
- Kalinowski CT, Izquierdo MS, Schuchardt D, Robaina LE. 2007. Dietary supplementation time with shrimp shell meal on red porgy *Pagrus pagrus* skin colour and carotenoid concentration. *Aquaculture*, 272(1-4): 451-457.
- Leite M, De Lima A, Massuyama M, Otton R. 2010. In vivo astaxanthin treatment partially prevents antioxidant alterations in dental pulp from alloxan-induced diabetic rats. *International Endodontic Journal*, 43(11): 959-967.
- Li M, Wu W, Zhou P, Xie F, Zhou Q, Mai K. 2014. Comparison effect of dietary astaxanthin and *Haematococcus pluvialis* on growth performance, antioxidant status and immune response of large yellow croaker *Pseudosciaena crocea*. *Aquaculture*, 434: 227-232.
- Li T, He C, Ma Z, Xing W, Jiang N, Li W, Sun X, Luo L. 2016. Effect of different carotenoids on pigmentation of blood parrot *Cichlasoma synspilum* x *Cichlasoma citrinellum*. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 7(3): 7 p
- Li F, Huang S, Lu X, Wang J, Lin M, An Y, Wu S, Cai M. 2018. Effects of dietary supplementation with algal astaxanthin on growth, pigmentation and antioxidant capacity on the blood parrot *Cichlasoma citrinellum* x *Cichlasoma synspilum*. *Journal of Oceanology and Limnology*, 36(5): 1851-1859.
- Lorenz RT. 2000. *Astaxanthin, nature's super carotenoid*. BioAstin Technical Bulletin #062. 19 p.
- Meilisza N. 2018. Kualitas warna, pertumbuhan dan status kesehatan ikan rainbow kurumoi *Melanotaenia parva* dengan suplementasi karotenoid dalam pakan. *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Meilisza N, Suprayudi MA, Jusadi D, Zairin JrM, Artika IM, Utomo NBP. 2019. Enhancement of colour quality, growth and health status of rainbow kurumoi fish *Melanotaenia parva* through dietary synthetic carotenoids supplementation. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 18(1): 54-69.
- Misra HP, Fridovich I. 1972. The role of superoxide anion in the autoxidation of epinephrine and simple assay for superoxide dismutase. *Journal of Biological Chemistry*, 247(10): 3170-3175.
- Niu J, Tian LX, Lin HZ, Liu YZ. 2011. Carotenoids in aquaculture: an overview. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2(1): 44-58.
- Niu J, Wen H, Li CH, Liu YJ, Tian LX, Chen X, Lin HZ. 2014. Comparison effect of dietary astaxanthin and  $\beta$ -carotene in the presence and absence of cholesterol supplementation on growth performance, antioxidant capacity and gene expression of *Penaeus monodon* under normoxia and hypoxia condition. *Aquaculture*, 422-423: 8-17.
- Østerlie M, Bjerke B, Liaaen-Jensen S. 2000. Plasma appearance and distribution of astaxanthin E/Z and R/S isomers in plasma lipoproteins of men after single dose administration of astaxanthin. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 11(10): 482-490.
- Pan CH, Chien YH. 2009. Effects of dietary supplementation of alga *Haematococcus*

- pluvialis* (Flotow), synthetic astaxanthin and  $\beta$ -carotene on survival, growth and pigmen distribution of red devil *Cichlasoma citrinellum* (Günther). *Aquaculture Research*, 40(8): 871-879.
- Pham MA, Byun HG, Kim KD, Lee SM. 2014. Effects of dietary carotenoid source and level on growth, skin pigmentation, antioxidant activity and chemical composition of juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 431: 65-72.
- Qingming Y, Xianhui P, Weibao K, Hong Y, Yidan S, Li Z, Yanan Z, Yuling Y, Lan D, Guoan L. 2010. Antioxidant activities of malt extract from barley *Hordeum vulgare* L toward various oxidative stress in vitro and in vivo. *Food Chemistry*, 118(1): 84-89.
- Rachmawati D, Samidjan I, Pinandoyo. 2016. Analisis tingkat kecerahan warna ikan platy pedang *Xiphophorus helleri* melalui penambahan *astaxanthin* dengan dosis berbeda pada pakan komersial. *Pena Akuatika*, 13(1): 58-67.
- Rahman MM, Khosravi S, Chang KH, Lee SM. 2016. Effect of dietary inclusion of astaxanthin on growth, muscle pigmentation and antioxidant capacity of juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Preventive Nutrition and Food Science*, 21(3): 281-288.
- Regunathan. 2008. Review: Carotenoids in shrimp maturation and larval quality. *AQUA Culture Asia Pasific Magazine*. September/October, 4(5): 12-16.
- Rodriguez SM, de la Fuente JL, Barredo JL. 2010. *Xanthophyllomyces dendrorhous* for the industrial production of astaxanthin. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 88(3): 645-658.
- Rohmatussolihat. 2009. Antioksidan, penye-lamat sel-sel tubuh manusia. *BioTrends*, 4(1): 5-9.
- Schiedt K, Liaaen-Jensen K. 1995. Isolation and analysis, In: Britton G, Liaaen-Jensen S, Pfander H. (ed.). *Carotenoids, Isolation and Analysis 1A*. Birkhäuser, Basel. pp. 81-108.
- Shiang TP. 2006. Skin colour change in ornamental koi *Cyprinus carpio* fed with different dietary carotenoid source. *Thesis*. University of Malaysia. Malaysia.
- Singh RP, Murthy KNC, Jayaprakasha GK. 2002. Studies on antioxidant activity of pomegranate *Punica granatum* peel and seed extract using in vitro model. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1): 81-86.
- Sinha A, Asimi OA. 2007. China rose *Hibiscus rosasinensis* petals: a potent natural carotenoid source for goldfish *Carassius auratus* L. *Aquaculture Research*, 38(11): 1123-1128.
- Sköld HN, Aspengren S, Cheney KL, Wallin M. 2016. Fish chromatophores-from molecular motor to animal behavior. *International Review of Cell and Molecular Biology*, 321: 171-199.
- Sofian, Jusadi D, Nuryati S. 2016. Pertumbuhan dan status antioksidan ikan gurami yang diberi level suplementasi astaxantin berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 15(1): 24-31.
- Song X, Lei W, Li X, Chen Z, Liang G, Leng X. 2016. Review article: Dietary astaxanthin improved the body pigmentation and antioxidant function but not the growth of discus fish, *Symphysodon* spp. *Aquaculture Research*, 48(4): 1359-1367.
- Sudarto, Pouyaud L. 2006. Perbedaan morfologis populasi botia *Botia macrachantus* asal Sumatra dan Kalimantan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 6(2): 121-124.
- Sujatha BJS, JJ Shalin, A Palavesam. 2011. Influence of four ornamental flowers on the growth and colouration of orange swordtail Chicilidae fish *Xiphophorus hellerei* Heckel 1940. *International Journal of Biological and Medical Research*, 2(3): 621-626.
- Sukarman. 2017. Kombinasi astaxantin, cantaxantin dan ekstrak bunga marigold dalam pakan untuk meningkatkan kualitas warna ikan clown *Amphiprion percula*. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sun X, Chang Y, Ye Y, Ma Z, Liang Y, Li T, Jiang N, Xing W, Luo L. 2012. The effect of dietary pigments on the coloration of Japanese ornamental carp koi *Cyprinus carpio* L. *Aquaculture*, 342-343: 62-68.
- Susanto E, Fahmi AS. 2012. Review: Senyawa fungsional dari ikan: Aplikasinya dalam pangan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1(4): 95-102.

- Takahashi H, Tran PO, LeRoy E, Harmon JS, Tanaka Y, Robertson RP. 2004. d-Glyceraldehyde cause production of intracellular peroxide in pancreatic islets, oxidative stress and defective-cell function via non-mitochondrial pathways. *Journal of Biological Chemistry*, 279(36): 37316-37323.
- Teimouri M, Amirkolaie AK. 2013. The effects of synthetic pigments on pigmentation of *Pethia conchonius* Hamilton 1822. *Aquaculture Research*, 46(5): 1-6.
- Trilaksani W. 2003. *Antioksidan: Jenis, sumber, mekanisme kerja dan peran terhadap kesehatan*. IPB, Bogor.
- Tume RK, Sikers AL, Tabrett S, Smith DM. 2009. Effect of background colour on the distribution of astaxanthin in black tiger prawn *Penaeus monodon*: Effective method for improvement of cooked colour. *Aquaculture*, 296(1-2): 129-135.
- Watanabe. 1988. *Fish Nutrition and Mariculture*. Department of Aquatic Bioscience, Tokyo University of Fisheries, Tokyo. 233 p.
- Winarsi H. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas: Potensi dan Aplikasinya dalam Kesehatan*. Kanisius, Yogyakarta. 283 hal.
- Xie J, Chen X, Niu J, Wang J, Wang Y, Liu Q. 2017. Effect of astaxanthin on antioxidant capacity of golden pompano *Trachinotus ovatus* in vivo and in vitro. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 2(6): 1-8.
- Yi X, Xu W, Zhou H, Zhang Y, Luo Y, Zhang W, Mai K. 2014. Effect of dietary astaxanthin and xanthophylls on the growth and skin pigmentation of large yellow croaker *Larimichthys croceus*. *Aquaculture*, 433: 377-383.
- Yi X, Shen H, Li J, Wei Z, Shentu J, Zhang W, Mai K. 2017. Effects of dietary vitamin E and astaxanthin on growth, skin colour and antioxidant capacity of large yellow croaker *Larimichthys crocea*. *Aquaculture Nutrition*, 24(1): 472-480.
- Yuangsoi BO, Jintasataporn P, Tabthipwon, Kamel C. 2010. Utilization of carotenoids in fancy carp *Cyprinus carpio*: astaxanthin, lutein and  $\beta$ -carotene. *World Applied Sciences Journal*, 11(5): 590-598.
- Zhang J, Li X, Leng X, Zhang C, Han Z, Zhang F. 2012. Effects of dietary astaxanthin on pigmentation of flesh and tissue antioxidant of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture International*, 21(3): 579-589.
- Zhang J, Liu YJ, Tian LX, Yang HJ, Liang GY, Yue YR, Xu DH. 2013. Effects of dietary astaxanthin on growth, antioxidant capacity and gene expression in pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 19(6): 917-927.



## Catatan distribusi ikan buntal laut dalam langka *Triodon macropterus* (Tetraodontiformes: Triodontidae) dari Laut Maluku dan Laut Sawu, Indonesia

[Records of the rare deep-sea threetooth puffer fish, *Triodon macropterus* (Tetraodontiformes: Triodontidae) from Molucca and Sawu seas, Indonesia]

Kunto Wibowo<sup>1</sup>✉, Miftahul Huda<sup>2</sup>, Rachmad Sholeh Wicaksono<sup>3</sup>, Monica Bataona<sup>4</sup> dan Teguh Peristiwady<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI, Jl. Pasir Putih I, Ancol Timur, Jakarta 14430  
E-mail: kuntowe@gmail.com

<sup>2</sup> Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jl. Jusuf Hasir, Limboto, Gorontalo 96181  
E-mail: huda.miftahul331@gmail.com

<sup>3</sup>Satuan Pengawas Sumberdaya Kelautan dan Perikanan Flores Timur, Jl. Herman Fernandez, Flores Timur, Nusa Tenggara Timur 86216  
E-mail: rachmadsholeh@gmail.com

<sup>4</sup>Lulusan Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Jl. Don Lorenzo DVG, Larantuka, Flores Timur, Nusa Tenggara Timur 86213  
E-mail: bataonamonica@gmail.com

<sup>5</sup> Loka Konservasi Biota Laut Bitung, LIPI, Jl. Tandurusa, Tandurusa, Bitung, Sulawesi Utara 95227  
E-mail: ikan\_teguh@yahoo.com

Diterima : 16 Januari 2020; Disetujui : 18 Februari 2020

### Abstrak

Spesies ikan langka laut dalam *Triodon macropterus* Lesson 1831 yang mempunyai distribusi di perairan Indo Pasifik Barat, dijumpai di perairan lepas pantai selatan Pulau Lembah, Sulawesi Utara, Laut Maluku dan lepas pantai selatan Pulau Solor, Laut Sawu, Indonesia berdasarkan identifikasi dari dua koleksi ilmiah spesimen dan sebuah foto individu sesaat setelah tertangkap. Di perairan Indonesia, spesies ini sebelumnya hanya diketahui tercatat dari Laut Banda, sehingga spesimen dari selatan Pulau Lembah dan selatan Pulau Solor serta koleksi foto dalam studi ini merupakan catatan pertama distribusi *T. macropterus* dari Laut Maluku dan Laut Sawu.

Kata penting: distribusi, identifikasi, morfologi

### Abstract

The Indo-West Pacific species of rare deep-sea threetooth puffer fish, *Triodon macropterus* Lesson 1931 was recorded on the basis of two voucher specimens from southern coasts of Lembah Island, North Sulawesi, Molucca Sea and Solor Island, Sawu Sea and a photograph of fresh individual after captured from Sawu Sea. In Indonesia waters, the species has previously been known only from Banda Sea, thus the specimens and a photograph in this study represent the first records of *T. macropterus* from Molucca Sea and Sawu Sea.

Keywords: distribution, identification, morphology

### Pendahuluan

*Triodon macropterus* Lesson (1831) adalah ikan laut yang masuk kedalam Famili Triodontidae, Ordo Tetraodontiformes, di Indonesia lebih dikenal dengan nama ikan buntal, ikan durian ataupun ikan kotak. Ikan ini pertama kali ditemukan dan dideskripsikan oleh Lesson pada tahun 1831 berdasarkan *syntypes* dari Pulau Mascarenes, Mauritius, barat daya

Samudera Hindia. Spesies ini terdistribusi di perairan Indo Pasifik Barat dan mempunyai habitat di perairan yang relatif dalam yaitu 50 hingga lebih dari 300 m (Matsuura 2001; Matsuura & Tyler 1997; Smith 1986). Meskipun demikian, *T. macropterus* tergolong spesies ikan yang langka, spesies ini jarang didapatkan baik dari koleksi ilmiah penelitian maupun koleksi hasil tangkapan nelayan. Koleksi spesimen jenis



Gambar 1 Lokasi koleksi spesimen *Triodon macropterus* (lingkaran biru) di perairan Laut Sawu dan Laut Maluku.

ini tidak banyak dijumpai di berbagai museum atau koleksi referensi (Matsuura 2015; Matsuura *et al.* 2017). Berdasarkan penelusuran database online koleksi spesimen ikan, jumlah total spesimen *T. macropterus* yang tersimpan di beberapa institusi tidak lebih dari seratus (<http://www.fishnet2.org>; Januari 2020).

Dua spesimen ikan buntal, masing-masing satu dari lepas pantai selatan Pulau Lembeh, Sulawesi Utara, Laut Maluku dan satu dari lepas pantai selatan Pulau Solor, Laut Sawu berturut-turut dikoleksi pada bulan Juli 2009 dan Januari 2020. Kedua spesimen dan satu tambahan koleksi foto ikan buntal yang juga dari lepas pantai selatan Pulau Solor, Laut Sawu, teridentifikasi sebagai *Triodon macropterus*. Temuan spesimen dan bukti foto ini merupakan catatan kedua dari distribusi spesies ini di perairan Indonesia dan merupakan catatan pertama *T. macropterus* dari Laut Maluku dan Laut Sawu. Di perairan Indonesia, *T. macropterus* sebelumnya telah dilaporkan terdistribusi di Laut Banda (Tyler 1967). Spesimen dalam studi ini merupakan dua spesimen pertama dari *T. macropterus* yang tersimpan di

museum koleksi Indonesia dimana satu spesimen disimpan di Loka Konservasi Biota Laut, Pusat Penelitian Oseanografi (LKBL-P2O), Bitung dan satu spesimen lainnya disimpan di Museum Zoologi Bogoriensis (MZB), Bogor, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dua spesimen ikan buntal dan sebuah foto individu ikan buntal sesaat setelah tertangkap yang dikoleksi dari Laut Maluku dan Laut Sawu serta mengkonfirmasi sebaran spesies tersebut di perairan Indonesia.

#### Bahan dan metode

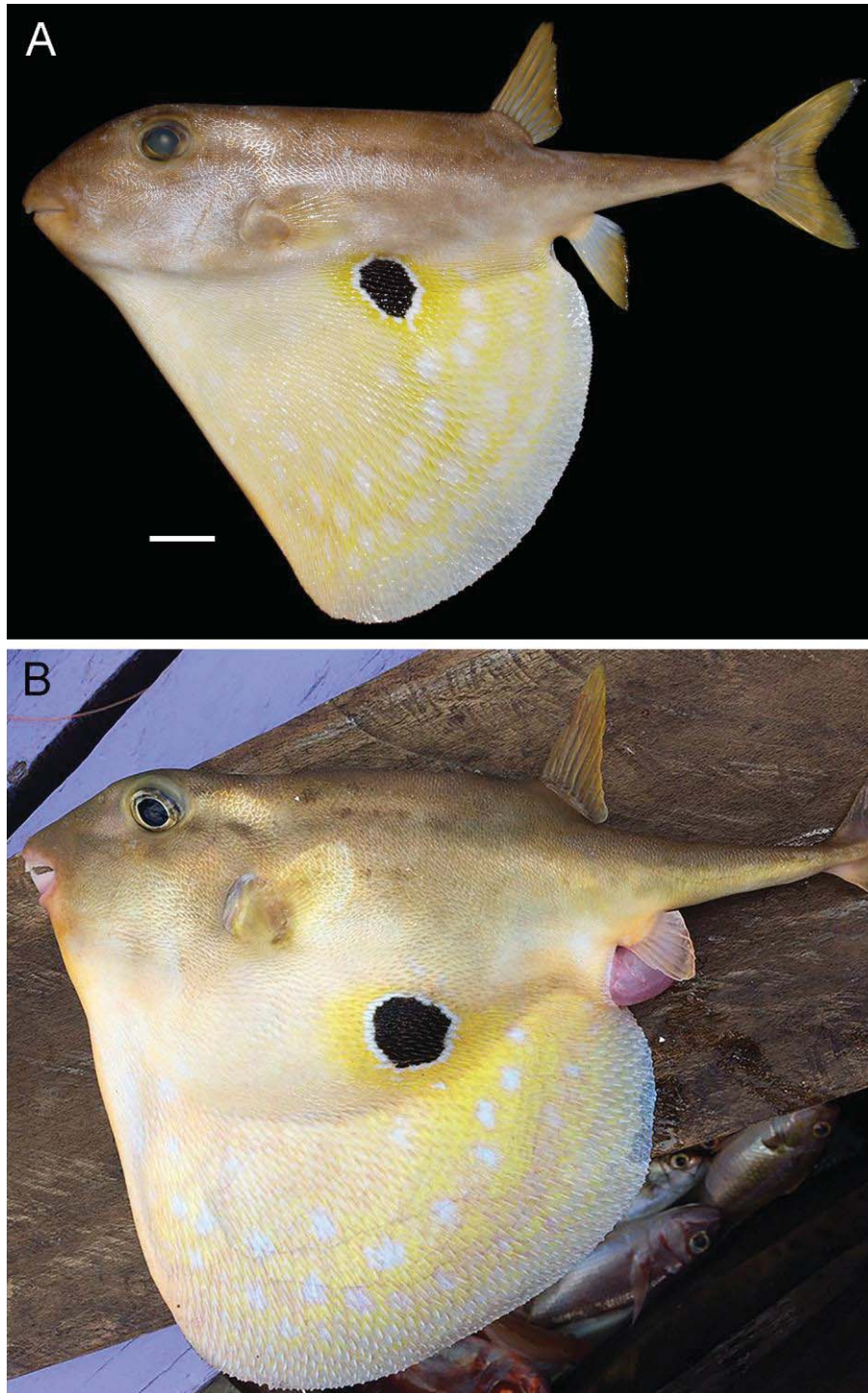
Penghitungan karakter meristik dan pengukuran mengikuti Dekkers (1975) dan Matsuura (2016). Pengukuran dilakukan dengan kaliper digital dengan ketelitian 0,1 mm. Panjang baku (*standard length*) disingkat sebagai SL. Satu spesimen *T. macropterus* (324,5 mm SL) dikoleksi dari lepas pantai selatan Pulau Lembeh, Laut Maluku (Gambar 1; dikoleksi dari Pasar Ikan Girian, Bitung, Sulawesi Utara, 11 Juli 2009), disimpan di LKBL P2O Bitung dengan nomor katalog

Tabel 1. Meristik dan morfometrik spesimen *T. macropterus* dari Laut Maluku dan Laut Sawu.

	LBRCF 00805	MZB 25199
Panjang baku ( <i>standard length</i> , mm)	324,5	326,0
Meristik ( <i>counts</i> )		
Jari-jari keras sirip punggung ( <i>dorsal-fin spines</i> )	tidak ada ( <i>absent</i> )	tidak ada ( <i>absent</i> )
Jari-jari lemah sirip punggung ( <i>dorsal-fin soft rays</i> )	11	11
Jari-jari lemah sirip anal ( <i>anal-fin soft rays</i> )	10	10
Jari-jari lemah sirip dada ( <i>pectoral-fin soft rays</i> )	15	15
Morfometrik ( <i>measurements</i> , % SL)		
Tinggi tubuh ( <i>maximum body depth</i> )	74,1	76,9
Panjang kepala ( <i>head length</i> )	29,8	27,9
Lebar mulut ( <i>mouth width</i> )	7,6	7,5
Panjang bukaan insang ( <i>gill-opening length</i> )	6,4	6,6
Diameter mata ( <i>eye diameter</i> )	6,6	7,0
Panjang mulut ( <i>snout length</i> )	18,4	18,1
Panjang mulut–sirip punggung ( <i>predorsal-fin length</i> )	61,6	64,5
Panjang mulut–sirip anal ( <i>preanal-fin length</i> )	69,3	72,9
Lebar tubuh pada pangkal sirip dada ( <i>body width at pectoral-fin base</i> )	12,8	13,9
Panjang mulut–nasal ( <i>prenasal length</i> )	13,7	12,6
Panjang nasal–mata ( <i>posterior edge of nasal organ to anterior edge of eye</i> )	4,4	4,5
Panjang pangkal sirip punggung ( <i>dorsal-fin base length</i> )	6,7	7,7
Jari-jari lemah terpanjang sirip punggung ( <i>longest dorsal-fin ray length</i> )	14,7	12,9
Panjang pangkal sirip anal ( <i>anal-fin base length</i> )	4,4	4,8
Jari-jari lemah terpanjang sirip anal ( <i>longest anal-fin ray length</i> )	11,2	11,7
Jari-jari lemah terpanjang sirip dada ( <i>longest pectoral-fin ray length</i> )	9,8	8,6
Panjang sirip ekor ( <i>caudal-fin length</i> )	15,4	16,7
Tinggi batang ekor ( <i>caudal peduncle depth</i> )	2,9	3,0
Panjang batang ekor ( <i>caudal peduncle length</i> )	24,4	26,8

LBRCF 00805. Satu spesimen lain (326,0 mm SL) dikoleksi dengan pancing dari kedalaman 70 m lepas pantai selatan Pulau Solor, Laut Sawu (8°33'S, 123°03'E; Gambar 1) pada 21 Januari 2020, disimpan di Museum Zoologi Bogoriensis, Bogor dengan nomor katalog MZB 25199. Satu foto individu (sekitar 300 mm SL) dari tiga individu ikan buntal yang tertangkap

pancing nelayan dari lokasi yang sama dengan lokasi koleksi spesimen dari Laut Sawu difoto oleh penulis kedua pada 22 November 2017 (semua individu tidak dikoleksi). Singkatan standar dari institusi atau museum referensi koleksi spesimen ikan mengikuti Sabaj (2019).

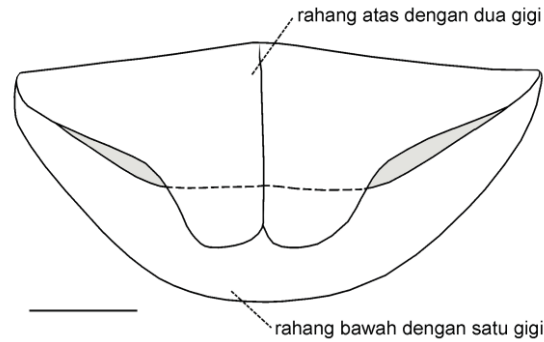


Gambar 2 Foto *Triodon macropterus*. **A** LBRCF 00805 (324,5 mm SL) dari lepas pantai selatan Pulau Lembeh, Laut Maluku, **B** satu individu (sekitar 300 mm SL) sesaat setelah tertangkap dari lepas pantai Pulau Solor, Laut Sawu. Skala mewakili 30 mm.

### Hasil

Penghitungan karakter meristik dan pengukuran disajikan dalam persentase dengan panjang baku (% SL) pada Tabel 1. Karakter mor-

fologi dua spesimen dari Laut Maluku (Gambar 2A) dan Laut Sawu sesuai dengan karakter diagnosis dari *Triodon macropterus* Lesson 1831 yang disebutkan dalam Matsuura (2001)



Gambar 3 Ilustrasi gigi pada *Triodon macropterus* (tampak dari depan). Skala mewakili 5 mm.

dan Matsuura *et al.* (2017, gambar 1) yaitu: sirip punggung tanpa dua jari-jari keras yang tidak berkembang (*rudimentary*), jari-jari lemah sirip punggung 11; jari-jari lemah sirip anal 10; jari-jari lemah sirip dada 15; tubuh memanjang dan pipih (lebar tubuh pada pangkal sirip dada 12,8–13,9 % SL) dengan bagian perut yang melebar ekstrim (tinggi maksimal tubuh 74,1–76,9 % SL); kepala tumpul; mata di tepi atas kepala; bukaan insang sederhana dengan celah sempit vertikal, tanpa tutup insang; rahang atas dan bawah dengan gigi-gigi yang menyatu secara masif menjadi tiga bagian, dua di rahang atas dan satu di rahang bawah (Gambar 3); sirip punggung dan anal terletak di bagian posterior; sirip ekor bercagak; tubuh bagian punggung kecoklatan, perut kekuningan, totol hitam di tengah perut.

Sementara foto individu dari Laut Sawu (Gambar 2B) juga teridentifikasi sebagai *T. macropterus*, mempunyai karakter yang sangat jelas untuk diidentifikasi yaitu: bagian perut yang melebar ekstrim; kepala tumpul; mata di tepi atas kepala; bukaan insang sederhana dengan celah sempit vertikal tanpa tutup insang; sirip punggung dan anal terletak di bagian posterior; tubuh bagian punggung kecoklatan, perut kekuningan, totol hitam di tengah perut.

### Pembahasan

*Triodon macropterus* adalah *monotypic*, satu-satunya spesies anggota Famili Triodontidae yang masih bisa dijumpai hidup hingga saat ini, sedangkan beberapa spesies yang lain sudah punah dan diketahui hanya dari fosil pada masa *Eocene* (Matsuura 2015; Tyler & Patterson 1991). Beberapa famili yang mempunyai kemiripan dengan Triodontidae dan juga dijumpai di perairan Indonesia antara lain adalah Balistidae, Monacanthidae dan Tetraodontidae. Meskipun demikian, untuk membedakan Triodontidae dengan tiga famili yang disebutkan terakhir sangat mudah yaitu dengan beberapa karakter pembeda sebagai berikut: individu Triodontidae terkadang memiliki atau bisa juga tidak memiliki dua jari-jari keras sirip punggung *rudimentary vs. (versus)* tiga jari-jari keras pada Balistidae, dua pada Monacanthidae, dan tidak ada pada Tetraodontidae; gigi-gigi Triodontidae menyatu menjadi tiga bagian, dua di rahang atas dan satu di rahang bawah *vs.* memiliki banyak gigi (tidak menyatu) pada Balistidae dan Monacanthidae, dan gigi menyatu, masing-masing dua di rahang atas dan rahang bawah pada Tetraodontidae (Gambar 3; Matsuura 2001, gambar tidak bernomor, hal. 3953).

*Triodon macropterus* sebelumnya telah dilaporkan terdistribusi di Indo Pasifik Barat meliputi Afrika Timur, Samudera Hindia, hingga Jepang di bagian utara dan Australia dan New Caledonia di bagian selatan (Johnson & Britz 2005; Kyushin *et al.* 1977; Larson *et al.* 2013; Matsuura & Tyler 1997; Randall *et al.* 2004). Di perairan Indonesia, spesies ini baru dilaporkan distribusinya dari Laut Banda meliputi Pulau Ambon dan Maluku (Tyler 1967), dengan demikian catatan berdasarkan spesimen dari Laut Maluku dan Laut Sawu, serta foto individu dari Laut Sawu dalam studi ini merupakan laporan pertama distribusi *T. macropterus* di Laut Maluku dan Laut Sawu. Kemungkinan spesies ini juga bisa ditemukan di bagian lain perairan Indonesia. Namun karena sedikitnya penelitian mengenai taksonomi ikan laut dari perairan Indonesia, tidak hanya *T. macropterus*, temuan spesies ikan lainnya pun jarang dilaporkan.

Foto individu *T. macropterus* (Gambar 2B) adalah satu dari tiga individu yang tertangkap dengan pancing di waktu dan lokasi yang sama pada kedalaman 70 m, selatan Pulau Solor, Laut Sawu (spesimen tidak dikoleksi). Hal ini mengindikasikan bahwa selain mempunyai habitat di perairan yang relatif dalam, spesies ini diduga hidup secara berkelompok.

*Triodon macropterus* tergolong ikan buntal laut dalam yang langka. Meskipun beberapa museum memiliki koleksi spesimen ikan jenis ini, seperti, Amerika Serikat: ANSP, BPBM, FMNH, KU, MCZ, SIO, USNM; Australia: AM, CAS, CSIRO, NTM, QM; Jepang: KAUM, KPM, NSMT; Kanada: ROM; dan Perancis: MNHN, namun jumlah total koleksi spesimen jenis ini di museum-museum tersebut tidak lebih dari seratus (<http://www.fishnet2.org>; Januari

2020). Spesimen dalam studi ini merupakan dua spesimen pertama yang disimpan di museum koleksi ikan di Indonesia.

### Simpulan

Dua spesimen dan foto individu ikan buntal dari Laut Maluku dan Laut Sawu teridentifikasi sebagai *Triodon macropterus*. Di perairan Indonesia, *T. macropterus* hingga saat ini diketahui tercatat distribusinya di tiga lokasi perairan yaitu di Laut Maluku, Laut Banda dan Laut Sawu.

### Persantunan

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ilham V. Utama (MZB, Pusat Penelitian Biologi, LIPI) yang telah memberikan informasi mengenai koleksi spesimen ikan di MZB dan menyediakan nomor katalog spesimen. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada Kelompok Penelitian Konservasi Biota Laut, Loka Konservasi Biota Laut, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bitung, Sulawesi Utara yang telah membantu koleksi spesimen yang digunakan dalam artikel ini.

### Kontribusi penulis

KW dan TP berkontribusi di semua aspek dalam artikel ini termasuk koleksi spesimen dari Laut Maluku, pengumpulan dan analisa data hingga penyusunan dan penulisan manuskrip. MH, RSW dan MB berkontribusi dalam koleksi spesimen dari Laut Sawu dan pengumpulan data.

### Daftar pustaka

Dekkers WJ. 1975. Review of the Asiatic freshwater puffers of the genus *Tetraodon* Linnaeus, 1758 (Pisces, Tetraodontiformes, Tetraodontidae). *Bijdr Dierk*, 45(1): 87–142.

- Johnson GD, Britz R. 2005. A description of the smallest *Triodon* on record (Teleostei: Tetraodontiformes: Triodontidae). *Ichthyological Research*, 52(2): 176–181.
- Kyushin K, Amaoka K, Nakaya K, Ida H. 1977. *Fishes of Indian Ocean*. Japan Marine Fishery Resource Research Center, Tokyo. 392 p.
- Larson HK, Williams RS, Hammer MP. 2013. An annotated checklist of the fishes of the Northern Territory, Australia. *Zootaxa*, 3696(1): 1–293.
- Lesson RP. 1831. Poissons. In: Duperrey LI. *Voyage autour du monde, exécuté par ordre du roi, sur la corvette de Sa Majesté, La Coquille, pendant les années 1822, 1823, 1824 et 1825. Tome 2, Zoologie*. Arthus Bertrand, Paris. pp. 66–238.
- Matsuura K. 2001. Triacanthodidae, Triacanthidae, Balistidae, Ostraciidae, Aracanidae, Triodontidae, Tetraodontidae. In: Carpenter K, Niem (Editors). *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Vol 6. Bony fishes part 4 (Labridae to Latimeriidae)*. FAO, Rome. pp. 3902–3928, 3948–3957.
- Matsuura K. 2015. Taxonomy and systematics of tetraodontiform fishes: a review focusing primarily on progress in the period from 1980 to 2014. *Ichthyological Research*, 62(1): 72–113.
- Matsuura K. 2016. A new pufferfish, *Arothron multilineatus* (Actinopterygii: Tetraodontiformes: Tetraodontidae) from the Indo West Pacific. *Ichthyological Research*, 63(4): 480–486.
- Matsuura K, Kaneko A, Katayama E. 2017. Underwater observations of the rare deep-sea fish *Triodon macropterus* (Actinopterygii, Tetraodontiformes, Triodontidae), with comments on the fine structure of the scales. *Ichthyological Research*, 64(2): 190–196.
- Matsuura K, Tyler JC. 1997. Tetraodontiform fishes, mostly from deep waters, of New Caledonia. In: Séret B. (Editor). *Résultats des campagnes musorstom, volume 17. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 174: 173–208.
- Randall JE, Williams JT, Smith DG, Kulbicki M, Mou Tham G, Labrosse P, Kronen M, Clua E, Mann BS. 2004. Checklist of the shore and epipelagic fishes of Tonga. *Atoll Research Bulletin*, 502: ii + 1–35.
- Sabaj MH. 2019. Standard symbolic codes for institutional resource collections in herpetology and ichthyology: An Online Reference. Version 7.1 (21 March 2019). Electronically accessible at <http://www.asih.org>, American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Washington, DC. Accessed January 2020.
- Smith MM. 1986. Scorpaenidae. In: Smith MM, Heemstra PC (Editors). *Smith's Sea Fishes*. Macmillan, Johannesburg. p. 894.
- Tyler JC. 1967. A redescription of *Triodon macropterus* Lesson, a phylogenetically important plectognath fish. Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. *Biological and Medical Sciences (Series C)*, 70: 84–96.
- Tyler JC, Patterson C. 1991. The skull of the Eocene *Triodon antiquus* (Triodontidae; Tetraodontiformes): similar to that of the recent threetooth pufferfish *T. macropterus*. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 104(4): 878–891



## Aspek reproduksi ikan ekor pedang, *Xiphophorus hellerii* Heckel 1848 di Danau Tamblingan, Bali

[Reproduction aspect of green swordtail, *Xiphophorus hellerii* Heckel 1848 in Tamblingan Lake, Bali]

I Nyoman Y. Parawangsa<sup>1✉</sup>, M. Fadjar Rahardjo<sup>2</sup>, Charles P. H. Simanjuntak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Perairan,  
Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor  
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680

<sup>2</sup>Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,  
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680  
parawangsayoga15@gmail.com

Diterima: 22 November 2019; Disetujui: 25 Februari 2020

### Abstrak

Informasi ekobiologi ikan ekor pedang di Danau Tamblingan belum pernah ada. Penelitian ini bertujuan mengungkap nisbah kelamin, indeks kematangan gonad, viviparitas serta waktu dan lokasi pemijahan ikan ekor pedang di Danau Tamblingan. Ikan ditangkap menggunakan jaring insang dengan ukuran mata jaring 0,5 dan 1,0 cm di lima stasiun pengambilan contoh dari bulan Januari-Juni 2019. Seluruh contoh ikan diukur panjang dan ditimbang bobotnya lalu dibedah untuk melakukan pengamatan terhadap tingkat kematangan gonad serta jumlah telur pada ikan betina. Sebanyak 373 ikan ekor pedang ditemukan selama penelitian dengan kisaran panjang total 30,4-69,2 mm dan bobot 0,7935 - 7,6612 g. Hasil analisis menunjukkan bahwa proporsi jumlah ikan jantan lebih banyak daripada ikan betina pada setiap bulan pengamatan. Indeks kematangan gonad ikan jantan berkisar antara 0,155-1,239 dan ikan betina antara 0,203-13,592. Ikan yang matang gonad ditemukan di seluruh stasiun pengambilan contoh pada setiap bulan pengamatan. Ikan ini memiliki potensi reproduksi yang baik dengan viviparitas antara 6-54 anak.

Kata penting: kematangan gonad, nisbah kelamin, waktu dan lokasi pemijahan, viviparitas

### Abstract

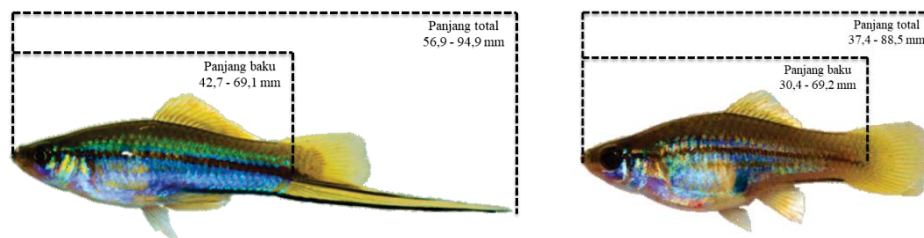
Eco-biological information of green swordtail in Tamblingan Lake is unknown. This research aimed to reveal sex ratio, gonadosomatic index, viviparity, spawning time and location of green swordtail in Tamblingan Lake. Fish was collected by gill nets with a mesh size of 0.5 and 1.0 cm in five sampling stations from January to June 2019. Total length and body weight of all fish samples were measured then dissected to observe the level of gonad maturity and viviparity in female fish. A total of 373 green swordtail with total length ranged and body weight ranged from 30.4-69.2 mm and 0.7935 – 7.6612 g, respectively. The results showed that males outnumbered of females in all sampling periods. Gonadosomatic index of male and female ranged from 0.159-1.239 and 0.204-13.592, respectively. The mature individuals were captured in all sampling stations and observation times. This species has a good reproductive potential with viviparity ranges between 6-54 juveniles.

Keywords: gonadosomatic index, sex ratio, spawning time and location, viviparity

### Pendahuluan

Ikan ekor pedang (*Xiphophorus hellerii*) tergolong dalam famili Poeciliidae. Daerah sebaran asli ikan ini berada di perairan sekitar Belize, Honduras, Meksiko hingga Guatemala (Webb *et al.* 2007). Ikan ekor pedang termasuk ikan asing di perairan darat Indonesia yang telah menghuni beberapa danau di Indonesia seperti Telaga Warna, Danau Batur, dan Danau Buyan

(Sulistiono *et al.* 2010, Sentosa & Wijaya 2012, dan Sravishta *et al.* 2018). Ikan ekor pedang memiliki ciri dimorfisme seksual, yaitu daun sirip ekor bagian bawah ikan jantan berbentuk seperti pedang (Gambar 1). Bentuk tubuh ikan ini pipih lateral, namun pada ikan betina akan berubah lebih membesar di bagian perut ketika mengerami anaknya (Tamaru *et al.* 2001).



Gambar 1 Ikan ekor pedang jantan (kiri) dan betina (kanan) di Danau Tamblingan (Sumber: Dokumentasi pribadi)

Ikan ini memiliki varian warna yang sangat beragam (Walter *et al.* 2006) sehingga sering dimanfaatkan sebagai ikan hias.

Beberapa informasi terkait kehidupan ikan ekor pedang di ekosistem perairan telah banyak dipublikasikan, diantaranya tentang taksonomi (Petrescu-Mag & Popa 2018), morfometrik dan meristik (Parawangsa *et al.* 2019), pertumbuhan (Moshayedi *et al.* 2015), nisbah kelamin dan viviparitas (Persada *et al.* 2018), genetika (Walter *et al.* 2006 dan Culumber 2013) serta biologi dan potensi invasif di Australia Barat (Maddern *et al.* 2011). Penelitian ikan ekor pedang dalam skala laboratorium juga banyak dilakukan, di antaranya terkait tingkah laku pemijahan (Franck *et al.* 2001, Benson & Basolo 2006, Prenter *et al.* 2008, dan Magellan & Kaiser 2010), rekayasa genetika (Khiabani *et al.* 2014), pengujian pakan untuk fase yuwana (Boaru *et al.* 2016), pengaruh suhu dan salinitas terhadap pembentukan tubuh (Eagderi *et al.* 2015 dan Eagderi *et al.* 2019), serta pengaruh metil-testosteron terhadap proses penjantanan, kematian dan pertumbuhan (Mousavi-Sabet & Ghasemnezhad 2013).

Meskipun berbagai penelitian terkait ikan ekor pedang telah banyak dilakukan, namun informasi ekobiologis ikan ini di Danau Tam-

blingan belum ada. Parameter ekobiologis yang penting untuk diketahui adalah aspek reproduksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengungkapkan nisbah kelamin, indeks kematangan gonad, viviparitas serta waktu dan lokasi pemijahan ikan ekor pedang di Danau Tamblingan.

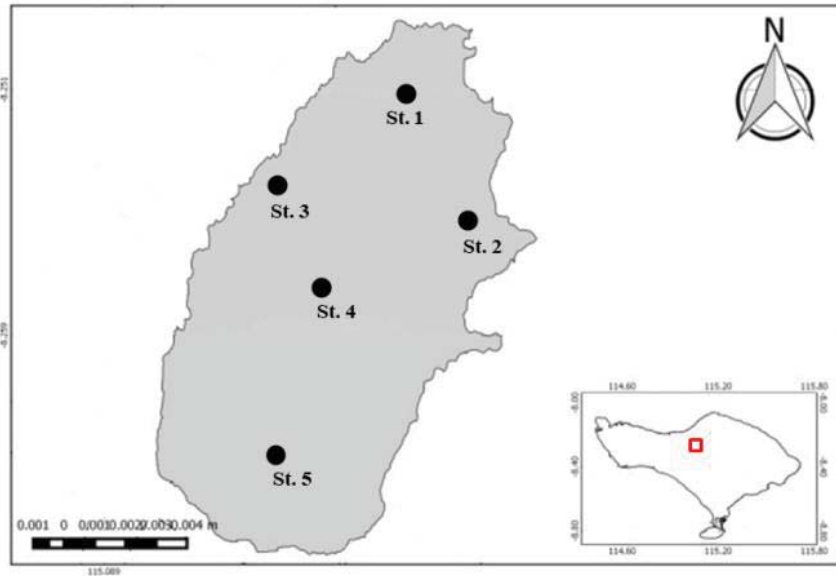
## Bahan dan metode

### Waktu dan lokasi

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Januari hingga Juni 2019 di Danau Tamblingan. Pengambilan contoh ikan dilakukan di lima stasiun (Gambar 2) yang dipilih berdasarkan karakteristik perairan (Tabel 1) yang dianggap mewakili kondisi perairan Danau Tamblingan.

### Pengambilan contoh dan pengumpulan data

Jaring insang dengan ukuran mata jaring 0,5 & 1,0 cm dengan panjang 100 m dan tinggi 2 m dipasang pada sore hari (17.00) dan diangkat esok harinya pukul 08.00. Jaring insang dipasang di stasiun 1, 2 dan 3 pada hari pertama dan kemudian di stasiun 4 dan 5 pada hari kedua. Contoh ikan dipisahkan berdasarkan stasiun pengambilan contoh untuk kemudian diawetkan dengan formalin 5% dan dianalisis di laboratorium.



Gambar 2 Stasiun pengambilan contoh ikan di Danau Tamblingan

Tabel 1 Karakteristik stasiun pengambilan contoh ikan di Danau Tamblingan

No.	Stasiun	Karakteristik
1.	Lenggang	• tumbuhan air (mengapung: 10%; tenggelam 30%) dan bebatuan (30%), bertopografi agak curam.
2.	Pura Dalem	• pinggiran danau berbatu (20%), tumbuhan air (mengapung 5%; tenggelam 5%; mencuat: 10%.
3.	Tirta Mengening	• pinggiran danau dengan tebing curam, batang pohon yang mati (20%) dan bebatuan (40%).
4.	Tengah	• lokasi nelayan menebar jaring, arus perairan cukup cepat.
5.	Pos Nelayan	• tumbuhan air (mengapung: 15%; tenggelam: 10%; mencuat: 5%), pinggiran danau landai, lokasi nelayan untuk menombak ikan.











Contoh ikan ekor pedang diukur panjang total dan panjang bakunya menggunakan kaliper digital dengan ketelitian 0,1 mm dan ditimbang bobotnya dengan timbangan digital berketelitian 0,0001 g. Contoh ikan kemudian dibedah untuk pengamatan tingkat kematangan gonad (TKG).

Setiap gonad ditimbang bobotnya dengan timbangan digital berketelitian 0,0001 g. Penentuan tingkat kematangan gonad ikan ekor pedang berdasarkan acuan Tamsil & Hasnindar (2019) tersaji pada Tabel 2. Stadia perkembangan embrio pada ikan betina disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2 Penentuan tingkat kematangan gonad (TKG) ikan ekor pedang

TKG	Ikan betina	Ikan jantan
I	Ukuran kantung telur kecil, telur berukuran sangat kecil dan berwarna kuning muda	Testes masih berukuran sangat kecil dan berbentuk seperti benang.
II	Ukuran kantung telur lebih besar, telur mulai dapat dilihat, dan warna telur kuning.	Ukuran testes mulai membesar dengan warna putih.
III	Kantung telur hampir memenuhi rongga perut, telur berwarna kuning tua dengan ukuran lebih besar daripada TKG II.	Testes lebih besar daripada TKG II, pejal dan berwarna putih.
IV	Kantung telur memenuhi rongga perut, telur berwarna kuning tua, ukuran telur lebih besar daripada TKG III.	Testes berukuran lebih besar daripada TKG III, pejal dan berwarna putih agak keruh.
V	-	Testes berkerut dan tidak lagi pejal seperti pada TKG IV.

Tabel 3 Stadia perkembangan embrio ikan ekor pedang betina (Haynes 1995)

No.	Stadia	Ilustrasi	No.	Stadia	Ilustrasi
1.	Ovum belum matang		6.	Proses pembentukan cekung mata	
2.	Proses pematangan ovum		7.	Mata terbentuk tapi belum lengkap	
3.	Ovum yang sudah matang		8.	Mata mulai lengkap tapi belum penuh	
4.	Pembelahan blastula		9.	Pembentukan sirip dan organ lain	
5.	Cangkang terbentuk		10.	Embrio menyerupai ikan dewasa	

*Analisis data*

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

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

Keterangan: NK= nisbah kelamin, J= ikan jantan (ekor), B= ikan betina (ekor)

Untuk mengetahui keseimbangan jenis kelamin digunakan uji chi kuadrat dengan persamaan:

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

Keterangan: o<sub>i</sub>: frekuensi ikan jantan dan betina yang teramati, e<sub>i</sub>: frekuensi harapan ikan jantan dan betina dalam kondisi seimbang

Hipotesis yang diujikan adalah  $H_0$ : nisbah ikan jantan dan betina seimbang; dan  $H_1$ : nisbah kelamin ikan jantan dan betina tidak seimbang. Apabila  $X^2$  hitung diperoleh lebih besar daripada  $X^2$  tabel, maka  $H_0$  ditolak.

Indeks kematangan gonad ikan ekor pedang di Danau Tamblingan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$IKG = \frac{BG}{BI} \times 100$$

Keterangan: IKG= indeks kematangan gonad; BG= bobot gonad (gram); BI= bobot ikan (gram)

Viviparitas digunakan untuk menggambarkan kemampuan induk ikan dalam menghasilkan keturunan sebagai upaya untuk mempertahankan kelestariannya (potensi reproduksi). Seluruh telur dihitung untuk mendapatkan viviparitas ikan ekor pedang.

Waktu dan lokasi pemijahan ikan ekor pedang dilihat berdasarkan tertangkapnya contoh ikan yang matang gonad selama penelitian. Ikan yang matang gonad ditemukan secara berulang-ulang pada setiap stasiun dan waktu pengambilan contoh ikan.

## Hasil

Total contoh ikan ekor pedang yang berhasil tertangkap sebanyak 373 ekor (Tabel 4). Jumlah contoh ikan terbanyak ditemukan pada bulan Februari (84 ekor), sedangkan yang paling sedikit pada bulan April (41 ekor). Ukuran panjang dan bobot ikan berkisar antara 30,4-69,2 mm dan 0,79-7,66 gram.

### Nisbah kelamin

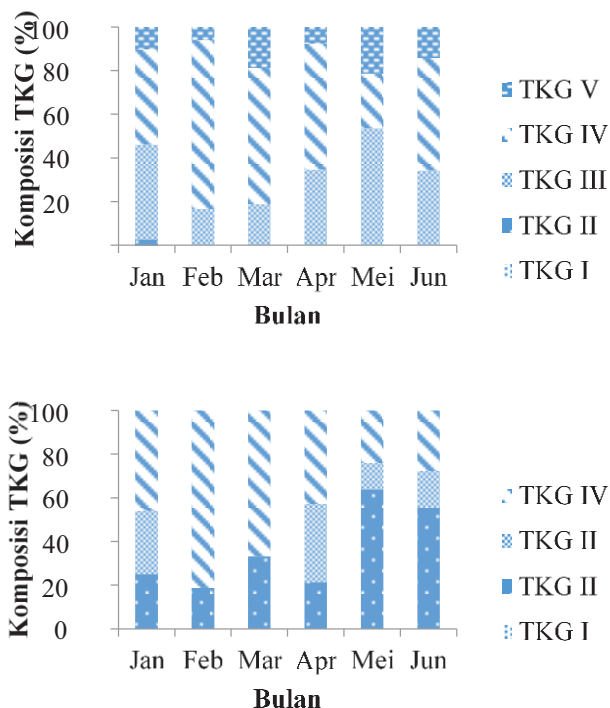
Jumlah ikan jantan dan betina yang ditemukan sebanyak 247 ekor dan 126 ekor. Dari seluruh contoh ikan ekor pedang yang tertangkap, ditemukan ikan jantan yang siap memijah sebanyak 141 ekor dan ikan betina sebanyak 61 ekor. Nisbah kelamin ikan ekor pedang adalah 1,96; sedangkan yang siap memijah adalah 2,31 (Tabel 5).

### Kematangan gonad

Dari total 373 ekor ikan, 372 diantaranya dapat ditentukan tingkat kematangan gonadnya. Satu contoh ikan tidak dapat ditentukan tingkat kematangan gonadnya dikarenakan sudah dalam keadaan rusak. Tingkat kematangan gonad (TKG) ikan jantan dan betina dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 4 Jumlah, kisaran panjang baku, dan bobot ikan ekor pedang di Danau Tamblingan pada bulan Januari-Juni 2019

Bulan	Jumlah (ekor)	Kisaran panjang baku (mm)	Bobot (gram)
Januari	69	34,7 - 69,2	1,0559 - 7,6612
Februari	84	32,2 - 51,7	0,9772 - 3,1895
Maret	66	36,3 - 50,9	1,1385 - 3,1225
April	41	31,1 - 49,7	0,9102 - 3,0692
Mei	53	30,7 - 47,8	0,7935 - 2,7771
Juni	60	30,4 - 50,9	0,8219 - 3,0216
Total	373	30,4 - 69,2	0,7935 - 7,6612



Gambar 3 Komposisi tingkat kematangan gonad ikan ekor pedang jantan (atas) dan ikan ekor pedang betina (bawah) di Danau Tamblingan pada Januari-Juni 2019

Tabel 5 Nisbah kelamin ikan ekor pedang di Danau Tamblingan pada Januari-Juni 2019

Bulan	Jumlah (ekor)			Siap memijah (ekor)		
	Jantan	Betina	NK	Jantan	Betina	NK
Januari 2019	39	30	1,30	17	11	1,54
Februari 2019	66	18	3,67	51	13	3,92
Maret 2019	53	13	4,08	33	6	5,50
April 2019	26	15	1,73	15	6	2,50
Mei 2019	28	25	1,12	7	6	1,16
Juni 2019	35	25	1,40	18	5	3,60
Total	247	126	1,96	141	61	2,31

Keterangan: NK= Nisbah kelamin

*Indeks kematangan gonad*

Indeks kematangan gonad (IKG) jantan berkisar antara 0,15-1,23; sedangkan ikan betina 0,20-13,59 (Tabel 6). Nilai rata-rata IKG ikan

jantan dan betina adalah 0,61 dan 3,24. Nilai IKG rata-rata tertinggi ditemukan pada bulan Februari 2019.

Tabel 6. Indeks kematangan gonad ikan ekor pedang di Danau Tamblingan pada bulan Januari-Juni 2019

Bulan	Ikan jantan			Ikan betina		
	n	Kisaran	Rata-rata	n	Kisaran	Rata-rata
Januari 2019	39	0,21-1,08	0,52	24	0,49-8,25	2,83
Februari 2019	66	0,16-1,23	0,69	16	0,96-13,59	7,18
Maret 2019	53	0,15-1,23	0,58	9	0,29-11,50	5,14
April 2019	26	0,31-1,08	0,64	14	0,62-9,77	4,95
Mei 2019	28	0,23-1,05	0,56	25	0,20-5,77	1,78
Juni 2019	35	0,26-1,11	0,60	18	0,49-8,00	2,52
Total	247	0,15-1,23	0,61	106	0,20-13,59	3,24

Tabel 7. Viviparitas induk betina ikan ekor pedang di Danau Tamblingan

Bulan	Induk betina		Viviparitas (anak)
	Siap melahirkan (ekor)	Panjang baku (mm)	
Januari 2019	6	35,7-69,2	6-54
Februari 2019	2	45,5-46,9	44-51
Maret 2019	3	42,9-47,3	27-31
April 2019	1	36,9	14
Mei 2019	-	-	-
Juni 2019	7	30,4-47,4	10-42
Total	19	30,4-69,2	6-54

Tabel 8. Persebaran spasio-temporal ikan jantan matang gonad (TKG IV) dan ikan betina siap melahirkan anak ikan di Danau Tamblingan pada bulan Januari-Juni 2019

Bulan	Ikan jantan (ekor)					Total	Ikan betina (ekor)					Total
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	
Januari 2019	3	-	5	-	9	17	3	-	1	-	2	6
Februari 2019	31	3	15	-	2	51	1	-	1	-	-	2
Maret 2019	21	5	-	-	7	33	3	-	-	-	-	3
April 2019	8	1	4	2	-	15	-	-	1	-	-	1
Mei 2019	-	-	4	-	3	7	-	-	-	-	-	0
Juni 2019	3	-	11	-	4	18	1	-	3	-	3	7
Total	66	11	39	2	23	141	8	0	6	0	5	19

### *Viviparitas*

Rentang viviparitas ikan betina berada antara 6-54 anak (Tabel 7). Viviparitas minimum (6 anak) ditemukan pada ikan betina dengan panjang 35,7 mm, sedangkan ikan betina dengan panjang 69,2 mm memiliki viviparitas 54 anak.

### *Waktu dan lokasi pemijahan*

Ikan ekor pedang yang sedang matang gonad ditemukan setiap waktu pengambilan contoh (Tabel 8). Hampir di setiap stasiun pernah ditemukan ikan yang matang gonad dan akan melahirkan anak, kecuali di stasiun 2 dan stasiun 4 untuk ikan ekor pedang betina.

### **Pembahasan**

Pengujian chi kuadrat menunjukkan bahwa proporsi ikan ekor pedang jantan lebih banyak daripada ikan betina. Hal serupa juga ditemukan oleh Persada *et al.* (2018) di Danau Buyan, Bali. Tamaru *et al.* (2001) dan Webb *et al.* (2007) menyatakan bahwa ikan ekor pedang tidak membentuk pasangan kawin saat pemijahan dan ikan jantan dapat membuahi lebih dari satu betina (poligini). Akan tetapi ikan betina akan memilih ikan jantan sebagai pasangannya untuk memijah berdasarkan pola warna (Franck *et al.* 2001), ukuran badan dan panjang sirip ekor (Prenter *et al.* 2008), pejantan yang memenangkan pertarungan dengan pejantan lain (Benson & Basolo 2006) serta feromonal (Fisher & Rosenthal 2006). Ikan yang tergolong dalam famili Poeciliidae memiliki kemampuan menyimpan sperma di dalam oviduknya untuk digunakan pada proses pembuahan selanjutnya (Olivera-Tlahuel *et al.* 2017). Sel sperma tersebut dapat disimpan hingga dua tahun untuk proses pembuahan sebanyak lima hingga sembilan kali (Axelrod & Wishnath 1991). Jadi,

nisbah kelamin 2:1 untuk ikan ekor pedang di Danau Tamblingan tidak akan mengganggu reproduksi ikan ini.

Nisbah kelamin ikan dapat dipengaruhi beberapa faktor seperti mortalitas, lama hidup (Sadovy 1996), aktivitas, gerakan ikan, persebaran ikan (Turkmen *et al.* 2002), ketersediaan makanan, kepadatan populasi, keseimbangan rantai makanan (Effendie 2002) serta waktu pemijahan (Haryono *et al.* 2014). Nisbah kelamin pada ikan air tawar cenderung tidak stabil dan dapat dipengaruhi oleh kondisi perairannya (Kiat 2004). Setiap spesies ikan memiliki nisbah kelamin optimal yang berbeda untuk proses pemijahan (Herjayanto *et al.* 2016). Ikan pelangi kurumoi *Melanotaenia parva* dilaporkan memiliki nisbah kelamin 2:1 saat memijah secara alami (Nur & Nurhidayat 2012), sedangkan *Telmatherina ladigesii* dengan nisbah kelamin 1:3 (Said & Mayasari 2007) dan nisbah kelamin 1:2 untuk *Rasbora argyrotaenia* (Said & Mayasari 2010). Menurut Rahardjo (2006), nisbah kelamin ikan di daerah tropis bersifat variatif.

Berdasarkan perhitungan indeks kematangan gonad, ikan betina memiliki nilai lebih besar daripada ikan jantan (Tabel 6). Hal ini disebabkan oleh faktor fisiologis dan efek hormon perkembangan gonad ikan betina lebih besar daripada gonad ikan jantan (Bandepei *et al.* 2011). Nilai IKG dapat digunakan sebagai indikator untuk menduga kondisi pemijahan (Brewer *et al.* 2008 dan Gómez-Márquez *et al.* 2016). Nilai rata-rata IKG tertinggi terjadi pada bulan Februari.

Ikan ekor pedang yang sedang matang gonad ditemukan pada setiap bulan pengamatan, terkecuali pada bulan Mei untuk ikan betina (Gambar 3). Ikan dengan tingkat

kematangan gonad pada stadia awal (TKG 1) tidak pernah ditemukan. Hal tersebut diduga karena contoh ikan yang tertangkap telah melewati ukuran ikan kali pertama matang gonad. Hal tersebut diperkuat oleh pendapat Milton & Arthington (1983) yang menyatakan bahwa ikan ekor pedang akan mengalami kali pertama matang gonad pada ukuran 23-27 mm.

Proporsi tertinggi kematangan gonad ikan jantan dan betina ditemukan pada bulan Februari. Fakta ini menunjukkan bahwa waktu puncak pemijahan ikan ekor pedang di Danau Tamblingan terjadi pada bulan Februari atau pada musim penghujan. Musim hujan memiliki korelasi yang kuat dengan terjadinya pemijahan ikan-ikan yang hidup di wilayah tropis karena terjadi peningkatan masa air di sungai dan danau (Muchlisin *et al.* 2010).

Ikan ekor pedang betina di Sungai Irwin, Australia Barat, dilaporkan memiliki nilai IKG 5,2-30,8 dan nilai rata-rata 14,7 ( $\pm 0,5$ ) dengan puncak pemijahan terjadi pada musim semi dan musim gugur (Maddern *et al.* 2011). Puncak pemijahan *Gambusia holbrooki* di Danau Nainital (India) terjadi pada bulan Juli yang dipengaruhi oleh suhu perairan (Singh & Gupta 2014). Pemijahan ikan pelangi merah (*Glossolepis incisus*) di Danau Sentani, Papua, terjadi saat musim penghujan (Siby *et al.* 2009). Perbedaan waktu puncak pemijahan dapat dipengaruhi oleh fluktuasi musim hujan tahunan, letak geografis, kondisi lingkungan (Sulistiono 2012), perubahan curah hujan (Zamidi *et al.* 2012) dan ketersediaan makanan (Sarumaha *et al.* 2016).

Viviparitas ikan ekor pedang di Danau Tamblingan relatif lebih rendah jika dibandingkan ikan ekor pedang di Danau Buyan, Bali. Persada *et al.* (2018) menghitung viviparitas ikan ekor pedang di Danau Buyan berkisar

antara 22-130 anak. Greven (1995) menyatakan bahwa ikan ekor pedang dapat melahirkan 20-240 anak dengan periode pengeraman selama 24-30 hari (Webb *et al.* 2007). *Gambusia affinis* di Sungai Yangtze (China) dilaporkan memiliki viviparitas antara 6-65 anak (Cheng *et al.* 2018). Pengamatan proses pemijahan *Poecilia reticulata* dalam skala laboratorium menunjukkan bahwa ikan ini mampu menghasilkan 12-60 anak untuk satu kali pemijahan (Shahjahan *et al.* 2013). Perbedaan viviparitas tersebut dapat dipengaruhi oleh ukuran tubuh dan umur ikan betina (Milton & Arthington 1983) serta volume rongga perut dan ukuran oosit (Persada *et al.* 2018). Rentang viviparitas ikan ekor pedang di setiap stasiun pengamatan selama penelitian relatif sama. Viviparitas ikan ekor pedang di Danau Tamblingan tergolong tidak banyak. Hal tersebut terkait dengan sifat pengasuhan anak (*parental care*) oleh induk betina di dalam perutnya dan sistem reproduksinya yang tergolong vivipar lesitotrofik.

Ikan ekor pedang jantan yang sedang matang gonad (TKG IV) ditemukan pada setiap bulan dan di seluruh stasiun pengamatan, sementara ikan ekor pedang betina yang akan melahirkan anak (embrio) tidak ditemukan pada bulan Mei (Tabel 8). Ikan jantan yang matang gonad dan ikan betina yang sedang mengerami anak dalam perutnya ditemukan lebih banyak di stasiun 1, 3 dan 5. Ketiga stasiun tersebut memiliki kondisi perairan yang cukup mirip, diantaranya, perairan yang tergolong dangkal di zona litoral dan terdapat tumbuhan air, bebatuan maupun batang pohon yang mati di sekitarnya. Hal tersebut menguatkan pernyataan dari Wischnath (1993) dan Trijoko *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa di habitat aslinya ikan ekor pedang cenderung berada di sekitar tumbuhan

air dan perairan dangkal. Jadi, perairan Danau Tamblingan memiliki relung yang sesuai untuk reproduksi ikan ekor pedang.

### Simpulan

Proporsi ikan ekor pedang jantan lebih banyak daripada ikan betina. Nilai rata-rata IKG tertinggi ikan ekor pedang terjadi pada bulan Februari atau saat musim penghujan. Potensi reproduksi ikan ini tergolong tidak banyak dengan viviparitas berkisar antara 6-54 anak. Ikan ekor pedang yang sedang matang gonad ditemukan pada setiap bulan dan relatif lebih banyak di stasiun yang terdapat tumbuhan air, bebatuan maupun pohon mati di sekitarnya. Kondisi perairan Danau Tamblingan memiliki relung yang sesuai untuk reproduksi ikan ekor pedang.

### Persantunan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Nyoman Dati Pertami, Putu Roni Graha Perasada, Prawira ARP Tampubolon, Dewa Bagus Ariwangsa dan Bapak I Nengah Semen yang telah membantu selama penelitian.

### Daftar pustaka

- Axelrod HR, Wischnath L. 1991. Swordtails and Platies. T.H.F Publications Inc. Neptune City, NJ, USA. 191pp.
- Bandepei A, Mashhor MAM, Abdolmaleki SH, Najafpour SH, Bani A, Pourgholam R, Fazli H, Nasrolahzadeh H, Janbaz AA. 2011. The environmental effect on spawning time, length at maturity and fecundity of kutum (*Rutilus frisii kutum* Kamensky, 1901) in Southern Part of Caspian Sea, Iran. *Iranica Journal of Energy & Environment*, 2(4): 374-381.
- Benson KE, Basolo AL. 2006. Male-male competition and the sword in male swordtails, *Xiphophorus helleri*. *Animal Behaviour*, 71(1): 129-134.
- Boaru A, Struți D, Dărăban SV, Georgescu B. 2016. The effect of using earthworm meal (*Eisenia foetida*) as protein supplement for the growth of *Xiphophorus helleri* juveniles. *Poeciliid Research*, 6(1): 4-9.
- Brewer SK, Rabeni CF, Papoulias DM. 2008. Comparing histology and gonadosomatic index for determining spawning condition of small-bodied riverine fishes. *Ecology of Freshwater Fish*, 17(1): 54-58.
- Culumber ZW. 2013. Pigmentation in *Xiphophorus*: an emerging system in ecological and evolutionary genetics. *Zebrafish*, 11(1): 57-70.
- Cheng Y, Xiong W, Tao J, He D, Chen K, Chen Y. 2018. Life-history traits of the invasive mosquitofish (*Gambusia affinis* Baird and Girard, 1853) in the central Yangtze River, China. *BioInvasions Records*, 7(3): 309-318.
- Eagderi S, Poorbagher H, Parsazade F, Mousavi-Sabet H. 2015 Effects of rearing temperature on the body shape of swordtail (*Xiphophorus helleri*) during the early development using geometric morphometrics. *Poeciliid Research*, 5(1): 24-30.
- Eagderi S, Poorbagher H, Parsazade F. 2019. Effect of salinity on the body shape of sword tail, *Xiphophorus helleri*, during early developmental stage. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 5(2): 11-17.
- Effendie MI. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 163pp.
- Fisher HS, Rosenthal GG. 2006. Female swordtail fish use chemical cues to select well-fed mates. *Animal Behaviour*, 72(3): 721-725.
- Franck D, Dikomey M, Scharl M. 2001. Selection and the maintenance of a colour pattern polymorphism in the green swordtail (*Xiphophorus helleri*). *Behaviour*, 138(4): 467-486.
- Greven H. 1995. Viviparie bei Aquarienfische (*Poeciliidae*, *Goodeidae*, *Anablepidae*, *Hemiramphidae*). In: H. Greven and R. Riehl (eds): *Fortpflanzungsbiologie der Aquarienfische*. Bornheim: Brigit Schmettkamp Verlag, pp. 141-160.
- Gómez-Márquez JL, Peña-Mendoza B, Guzmán-Santiago JL. 2016. Reproductive biology of *Poecilia sphenops* Valenciennes, 1846 (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) at the Emiliano Zapata Reservoir in Morelos,

- Mexico. *Neotropical Ichthyology*, 14(2): e140127.
- Haryono, Rahardjo MF, Mulyadi, Affandi R. 2014. Pola pertumbuhan dan nisbah kelamin ikan brek (*Barbonymus balleroides* Vall. 1842) pada habitat yang terfragmentasi di Sungai Serayu Jawa Tengah. *Jurnal Biologi Indonesia*, 10(2): 297-305.
- Haynes JL. 1995. Standardized classification of poeciliid development for life-history studies. *Copeia: American Society of Ichthyologist and Herpatologist* 1: 147-154.
- Herjayanto M, Carman O, Soelistyowati DT. 2016. Tingkah laku memijah, potensi reproduksi ikan betina, dan optimasi teknik pemijahan ikan pelangi *Iriatherina wernerii* Meinken, 1974. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(2): 171-183.
- Kiat Ng C. 2004. *The kings of the rivers, mahseer in Malayan and the region*. Inter Sea Fishery, Selangor Malaysia. 170 pp.
- Khiabani A, Anvarifar H, Safaeian S, Tahergorabi R. 2014. Masculinization of swordtail *Xiphophorus hellerii* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) treated with 17 $\alpha$ -methyltestosterone and vitamin E. *Journal of Fishery Science and Aquaculture*, 1(5): 21-25.
- Maddern MG, Gill HS, Morgan DL. 2011. Biology and invasive potential of the introduced swordtail *Xiphophorus hellerii* Heckel (Poeciliidae) in Western Australia. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 21(3): 282-291.
- Magellan K, Kaiser H. 2010. The function of aggression in the swordtail, *Xiphophorus helleri*: resource defence. *Journal of Ethology*, 28(2): 239-244.
- Milton DA, Arthington AH. 1983. Reproductive biology of *Gambusia affinis holbrooki* Baird and Girard, *Xiphophorus helleri* (Gunther) and *X. maculatus* (Heckel) (Pisces; Poeciliidae) in Queensland, Australia. *Journal of Fish Biology*, 23(1): 23-41.
- Moshayedi F, Eagderi S, Parsazade F, Azimi H, Sabet HM. 2015. Allometric growth pattern of the swordtail-*Xiphophorus helleri* (Cyprinodontiformes, Poeciliidae) during early development. *Poeciliid Research*, 5(1): 18-23.
- Mousavi-Sabet H, Ghasemnezhad H. 2013. Masculinization, mortality and growth rates of swordtail *Xiphophorus hellerii* (Poeciliidae) affected by methyltestosterone. *Poeciliid Research*, 3(1): 7-13.
- Muchlisin ZA, Musman M, Azizah MNS. 2010. Spawning seasons of *Rasbora tawarensis* (Pisces: Cyprinidae) in Lake Laut Tawar, Aceh Provinsi, Indonesia. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 8(49): 1-8.
- Nur B, Nurhidayat. 2012. Optimalisasi reproduksi ikan pelangi kurumoi *Melanotaenia parva* (Allen, 1990) melalui rasio kelamin induk dalam pemijahan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 12(2): 99-109.
- Olivera-Tlahuel C, Cruz MVS, Moreno-Mendoza NA, Zuniga-Vega JJ. 2017. Morphological structures for potential sperm storage in poeciliid fishes. Does superfetation matter? *Journal of Morphology*, 278(7): 1-12.
- Parawangsa INY, Tampubolon PARP, Pertami ND. 2019. Karakter morfometrik dan meristik ikan ekor pedang (*Xiphophorus helleri* Heckel, 1848) di Danau Buyan, Buleleng, Bali. *Bawal*, 11(2): 103-111.
- Persada PRG, Indraswari IGAD, Tampubolon PARP, Pertami ND. 2018. Nisbah kelamin dan viviparitas ikan pedang (*Xiphophorus hellerii*) di Danau Buyan, Buleleng, Bali. In: Hadiaty RK, Rahardjo MF, Hadie W, Lusastuti AM, Hadie LE, Syafei LS, Simanjuntak CPH, Nugroho T, Haryono, Nasution, SH, Manangkalangi E (editor). *Prosiding Seminar Nasional Ikan X*. Cibinong 8 - 9 Mei 2018 Masyarakat Iktiologi Indonesia. Cibinong. pp 165-173.
- Petrescu-Mag V, Popa N. 2018. Ornamental varieties of the *Xiphophorus* genus: taxonomy is obsolete and powerless. *Poeciliid Research*, 8(1): 13-14.
- Prenter J, Taylor PW, Elwood RW. 2008. Large body size for winning and large swords for winning quickly in swordtail males, *Xiphophorus helleri*. *Animal Behaviour*, 75(6): 1981-1987.
- Rahardjo MF. 2006. Biologi reproduksi ikan blama *Nibeas soldado* (Lac.) (Famili Scianidae) di perairan pantai Mayangan Jawa Barat. *Ichthyos* 5(2): 63-68.
- Sadovy YJ. 1996. Reproductive of reef fishery species. In: Polunin NVC, and Robert CM

- (Eds). *Reef Fisheries*. Chapman and Hall, London. 15-19 pp.
- Said DS, Mayasari N. 2007. Reproduksi dan pertumbuhan ikan pelangi *Telmatherina ladiges* dengan rasio kelamin berbeda pada habitat ex-situ. *Aquaculture Indonesia*, 8(1): 41-47.
- Said DS, Mayasari N. 2010. Pertumbuhan dan pola reproduksi ikan buda *Rasbora argyrotania* pada rasio kelamin yang berbeda. *Limnotek*, 17(2): 201-209.
- Sarumaha H, Kurnia R, Setyobudiandi I. 2016. Biologi reproduksi ikan kuniran *Upeneus moluccensis* Bleeker, 1855 di perairan Selat Sunda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 8(2): 701-711.
- Sentosa AA, Wijaya D. 2012. Struktur komunitas ikan introduksi di Danau Batur Bali. *Berita Biologi*, 11(3): 329-337.
- Shahjahan RM, Ahmed MJ, Begum RA, Rashid MA. 2013. Breeding biology of guppy fish, *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) in the laboratory. *Journal of the Asiatic Society of Bangladesh Science*, 39(2): 259-267.
- Singh N, Gupta PK. 2014. Reproductive biology of eastern mosquito fish *Gambusia holbrooki* (Girard) (Poecillidae) in a subtropical lake, Lake Nainital (India). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(4): 19-31.
- 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.
- Sravishta IMSK, Arthana IW, Pratiwi MA. 2018. Pola dan parameter pertumbuhan ikan tangkapan dominan (*Oreochromis niloticus*, *Osteochilus* sp. dan *Xiphophorus helleri*) di Danau Buyan, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 4(2): 204-212.
- Sulistiono, Rahardjo MF, Simanjuntak CPH, Zahid A. 2010. Komunitas ikan di Telaga Warna, Jawa Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 10(2): 191-197.
- Sulistiono. 2012. Reproduksi ikan beloso (*Glossogobius giuris*) di perairan Ujung Pangkah Jawa Timur. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(1): 64-75.
- Tamaru CS, Cole B, Bailey R. Brown C, Ako H. 2001. *A manual for commercial production of the swordtail, Xiphophorus hellerii*. University of Hawaii Sea Grant Extension Service, School of Ocean Earth Science and Technology, Honolulu, HI. CTSA Publication, 128, 36 p.
- Tamsil A, Hasnindar. 2019. Aspek biologi reproduksi ikan molly, *Poecilia latipinna* (Leseuer 1821) di tambak Bosowa Kabupaten Maros. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(3): 375-390.
- Turkmen M, Erdogan O. Yildirim A dan Akyurt. 2002. Reproductive tactics, age and growth of *Capoeta capoeta umbla* Heckel 1843 from Askale Region of the Karasu River, Turkey. *Fisheries Research*, 54(3): 317-328.
- Trijoko, Yudha DS, Eprilurahman R, dan 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.
- Walter RB, Hazlewood L, Kazianis S. 2006. *The Xiphophorus Genetic Stock Center Manual*. Texas State University. USA. 131 pp.
- Webb A, Maughan M, Knott M. 2007. *Pest fish profiles: Xiphophorus hellerii*-swordtail. ACTFR, James Cook University, Townsville. pp: 1-4.
- Wischnath L. 1993. *Atlas of livebearers of the world*. T.F.H. Publications, Inc., United States of America. 336 p.
- Zamidi I, Samat A, Zaidi CC, Mazlan AA, Alam GM, Al-Amin AQ, Simon KD. 2012. Fecundity and temporal reproductive cycle of four finger threadfin (*Eleutheronema tetradactylum*) in Malaysian Coastal water. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7(11): 1100-1109.

## Studi awal pengangkutan sistem tertutup, pemeliharaan dan pengamatan telur *Oryzias javanicus* (Bleeker 1854) asal Pulau Tunda

[Preliminary study of closed system transportation, rearing and observation of the eggs *Oryzias javanicus* (Bleeker 1854) from Tunda Island]

Muh. Herjayanto<sup>1,2,✉</sup>, Mas Bayu Syamsunarno<sup>1,2</sup>, Nugroho Agung Prasetyo<sup>1,5</sup>, Annisa Misykah Mauliddina<sup>1,5</sup>, Lukman Anugrah Agung<sup>1,3</sup>, Esa Rama Widiyawan<sup>1,5</sup>, Novita Rahmayanti<sup>1,5</sup>, Novitasari Irianingrum<sup>1,5</sup>, Etin Nurkhotimah<sup>1,5</sup>, Abdul Gani<sup>4</sup>, Vianka Nafisa Salsabila<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Ilmu Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang 42118

<sup>2</sup>Indonesia-Center of Excellence for Food Security

<sup>3</sup>Laboratorium Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang 42118

Jln. Raya Jakarta Km 4, Panancangan, Kecamatan Cipocok, Serang 42124

<sup>4</sup>Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan, Universitas Muhamadiyah Luwuk, Luwuk 94712

Jln. KH Ahmad Dahlan No. 79, Luwuk 94712

<sup>5</sup>Himpunan Mahasiswa Perikanan (HIMAPI), Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

✉herjayanto@untirta.ac.id, masbayusy@untirta.ac.id, nugroho.oho36@gmail.com, amisykahm@gmail.com, lukman.anugrah@gmail.com, ramaesa16@gmail.com, agusgunadiputro@gmail.com, irianingrumv@gmail.com, etinnurkhotimah22@gmail.com, abdulgani273085@gmail.com, vianka.salsabila@yahoo.com

Diterima: 20 Agustus 2019; Disetujui: 25 Februari 2020

### Abstrak

*Oryzias javanicus* liar asal Pulau Tunda memiliki potensi sebagai ikan hias akuaskap asli Indonesia dan model untuk penelitian di laboratorium. Tahap awal untuk memelihara ikan liar yaitu melakukan pengangkutan dari alam ke lingkungan budi daya. Umumnya, untuk meminimalkan stres ikan selama pengangkutan sistem tertutup, dilakukan penambahan anestesi ke media pengangkutan. Selanjutnya, adaptasi yang baik dalam lingkungan budidaya, akan menyebabkan terjadinya proses reproduksi sebagai tujuan akhir domestikasi ikan liar. Tujuan penelitian yaitu mengkaji pengangkutan sistem tertutup dan pemeliharaan pascapengangkutan *O. javanicus* asal Pulau Tunda. Pengamatan penelitian meliputi tingkah laku, sintasan, jumlah telur dan nisbah kelamin jantan : betina. Pengangkutan menggunakan perlakuan penambahan anestesi 0,4 mL L<sup>-1</sup> dan tanpa anestesi dengan kepadatan 16 ekor L<sup>-1</sup>. Anestesi yang digunakan yaitu produk komersial *Ocean Free® Special Arowana Stabilizer*. Pengangkutan dilakukan selama 11 jam. Setelah itu, dilakukan pemeliharaan selama 16 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengangkutan *O. javanicus* dapat menggunakan sistem tertutup tanpa penambahan anestesi dengan kepadatan 16 ekor L<sup>-1</sup> selama 11 jam. Pada pemeliharaan pascapengangkutan, ikan mulai aktif berenang pada hari ke 5, berenang berkelompok secara kontinu pada hari ke 6, mulai merespons pakan alami pada hari ke 3 dan pakan buatan pada hari ke 7, dan menghasilkan sintasan akhir sebesar 91,67%. Selama pemeliharaan, *O. javanicus* menghasilkan 104 butir telur, diameter 0,94±0,06 mm dan dilengkapi filamen dan fili pada korion. *Oryzias javanicus* adalah *egg depositor* yang dapat memijah dengan nisbah kelamin 1:1 dan 1:2.

Kata penting: anestesi, *egg depositor*, *Oryzias javanicus*, pengangkutan sistem tertutup, sintasan, tingkah laku

### Abstract

Wild *Oryzias javanicus* from Tunda Island has potential as a native Indonesian aquatic ornamental fish and a model for research in the laboratory. The preliminary stage for raising wild fish is transporting from nature to the aquaculture environment. Generally, to minimize fish stress during transport in a closed system, anesthetics are added to the transport media. Furthermore, good adaptation in the aquaculture environment will lead to the process of reproduction as the ultimate goal of domestication of wild fish. The research objective is to analyze the transportation of closed systems and the rearing of *O. javanicus* post-transportation from Tunda Island. Research observations were carried out on behavior, survival, the number of eggs, and male: female sex ratio. Transport using an additional anesthetic treatment of 0.4 mL L<sup>-1</sup> and without anesthesia, with fish density of 16 L<sup>-1</sup>. Anesthesia used is the commercial product *Ocean Free® Special Arowana Stabilizer*. Transportation is carried out for 11 hours. After that, rearing post-transportation is carried out for 16 days. The results showed that the transportation of *O. javanicus* can use a closed system without the addition of anesthesia with a density of 16 L<sup>-1</sup> for 11 hours. In post-transport maintenance, fish begin active swimming on day 5, swim in groups continuously on day 6, start responding to natural food on day 3 and artificial feed on day 7, and produce a final survival of 91.67%. During maintenance, *O. javanicus* produces 104 eggs, 0.94 ± 0.06 mm in diameter and has an attaching filaments and a non-attaching filaments in the chorion. *Oryzias javanicus* is an egg depositor that can spawn with a 1: 1 and 1: 2 sex ratio.

Keywords: anesthesia, behavior, closed system transport, egg depositor, *Oryzias javanicus*, survival

## Pendahuluan

*Oryzias* merupakan salah satu genus dari keluarga Adrianichthyidae atau ikan padi (*rice-fishes*). Tercatat saat ini terdapat 33 spesies *Oryzias* di dunia (Parenti 2008, Mokodongan & Yamahira 2015, Mandagi *et al.* 2018). Salah satu spesies yang persebarannya luas yaitu *Javanese ricefish*, *Oryzias javanicus* (Parenti 2008). Pada perairan Indonesia ikan ini tersebar di Jawa, Kalimantan, Bali, Lombok, dan Sulawesi terutama pada perairan payau (Iwamatsu *et al.* 1982, Roberts 1998, Parenti 2008). Ikan ini dapat hidup pada kisaran salinitas yang luas dan dapat digunakan sebagai organisme model baru di laboratorium (Puspitasari & Suratno 2017). *Oryzias javanicus* asal Pulau Tunda memiliki corak warna biru pada mata serta warna orange-merah pada pinggir dan ujung sirip ekor, sehingga berpotensi sebagai ikan hias asli Indonesia. Ukurannya yang kecil dan tingkah laku berkelompok membuat ikan ini cocok untuk akuaskap. Karena itu, perlu dilakukan budi daya di lingkungan terkontrol.

Upaya awal yang dilakukan untuk memelihara ikan liar adalah membawa ikan dari habitat aslinya ke penangkaran terkontrol (Herjayanto *et al.* 2018). Pengangkutan ikan liar mempunyai faktor kesulitan yang sangat tinggi, sehingga dibutuhkan teknik pengangkutan yang baik untuk memperoleh sintasan yang tinggi (Tjakrawidjaja & Subagja 2009). Salah satu sistem pengangkutan yang digunakan adalah sistem tertutup yaitu menggunakan plastik berisi air dan ditambahkan oksigen murni (Nirmala *et al.* 2012).

Ikan liar yang ditangkap dari habitatnya umumnya mudah stres dan sangat peka terhadap perubahan kualitas air di luar habitatnya

(Tjakrawidjaja & Subagja 2009). Stres pada saat pengangkutan akan berdampak sekitar dua minggu pada awal pemeliharaan pascapengangkutan. Umumnya ikan yang tidak dapat pulih akan mengalami kematian selama pemeliharaan awal (Nirmala *et al.* 2012; Hadiroseyani *et al.* 2016). Hal ini menjadi tantangan pada saat proses pengangkutan ikan (Supriyono *et al.* 2011).

Penggunaan bahan anestesi adalah salah satu cara mengurangi stres ikan selama pengangkutan (Taylor & Solomon 1979, Coyle *et al.* 2004, Yanto 2012). Salah satu bahan anestesi komersial yang umum digunakan yaitu *Ocean Free® Special Arowana Stabilizer*. Namun, belum diketahui pengaruh penggunaan bahan anestesi tersebut pada pengangkutan *O. javanicus* dan pengaruhnya terhadap respons adaptasi selama pemeliharaan pascapengangkutan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengkaji pengangkutan sistem tertutup dan pemeliharaan pascapengangkutan *O. javanicus* asal Pulau Tunda. Pengamatan kajian dilakukan terhadap tingkah laku, sintasan, jumlah telur, dan nisbah kelamin jantan : betina.

## Bahan dan metode

### Waktu dan tempat

Kajian pengangkutan dan pemeliharaan pascapengangkutan dilakukan pada akhir Juni sampai pertengahan Juli 2019. Pengangkutan dilakukan dari Pulau Tunda, Kabupaten Serang, Provinsi Banten, Indonesia (5°48'54.35"S 106°16'34.44"E) ke Laboratorium Budidaya Perairan, Jurusan Ilmu Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kota Serang. Kemudian dilanjutkan kajian pemeliharaan pascapengangkutan.



Gambar 1 *Oryzias javanicus* asal Pulau Tunda (Foto: M. Herjayanto).

#### *Organisme uji*

Organisme uji yaitu *Oryzias javanicus* (Gambar 1) berukuran panjang total  $3,15 \pm 0,12$  cm. Ikan diperoleh dari perairan rawa mangrove, Pulau Tunda. Spesies diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri morfometrik (Roberts 1998, Parenti 2008, Magtoon & Termvidchakorn 2009). *Oryzias javanicus* asal Pulau Tunda memiliki ciri morfometrik yaitu D.7-8 (7), A.22-25 (23), P.10-12 (11), V.6, C.I,4/5,I (*principal caudal-fin rays*).

#### *Penangkapan dan pemberokan ikan*

Penangkapan ikan mengikuti metode Herjayanto *et al.* (2018) yaitu menggunakan jaring (*seine net*). Saat penangkapan, diupayakan ikan tidak tergesek dengan jaring dan tidak diangkat keluar dari air untuk meminimalkan stres. Setelah ditangkap, ikan dimasukkan ke wadah pemberokan dengan kepadatan 2 ekor  $L^{-1}$  selama 23 jam tanpa diberi makan. Wadah pemberokan berupa ember plastik yang diisi air sebanyak 30 L. Sumber air dari habitat ikan dengan pH 8,07 dan salinitas 0 ppt. Oksigen terlarut media pemberokan dijaga pada kisaran 6-7  $mg L^{-1}$  dengan menambahkan *aerator portable*. Wadah pemberokan disimpan di tempat teduh sehingga suhu air berkisar 25-

27°C. Suhu diukur menggunakan termometer, pH menggunakan pH meter, salinitas menggunakan refraktometer, dan oksigen terlarut menggunakan *Dissolved Oxygen* meter.

#### *Pengepakan dan pengangkutan*

Pengepakan ikan mengikuti metode Nirmala *et al.* (2012) dan Herjayanto *et al.* (2018) yang dimodifikasi, yaitu menggunakan plastik *packing* bening yang ujung plastik dibuat tidak bersudut. Pengangkutan sistem tertutup menggunakan oksigen murni sebagai sumber oksigen terlarut selama pengangkutan. Satu plastik *packing* berisi 3 bagian oksigen murni : 1 bagian air. Kepadatan ikan yang digunakan yaitu 16 ekor  $L^{-1}$ .

Penelitian menggunakan bahan anestesi komersial yaitu *Ocean Free® Special Arowana Stabilizer*. Produk ini memiliki bahan aktif jenis tranquilizer yang berfungsi sebagai penenang. Perlakuan yang digunakan yaitu penambahan bahan anestesi 0,4  $mL L^{-1}$  (perlakuan A) berdasarkan aturan pakai produk untuk ikan berukuran kecil dan tanpa bahan anestesi (perlakuan B). Masing-masing perlakuan tersebut diulang sebanyak lima kali. Bahan tersebut ditambahkan setelah ikan dimasukkan ke dalam plastik pengangkutan. Setelah penam-bahan

bahan anestesi dilakukan pengamatan tingkah laku ikan.

Parameter kualitas air yaitu suhu, pH dan oksigen terlarut diukur sebelum dan setelah pengangkutan ikan. Pengukuran kualitas air sebelum pengangkutan dilakukan setelah ikan dan bahan anestesi dimasukkan. Pengukuran kualitas air setelah pengangkutan dilakukan setelah ikan sampai di laboratorium dan plastik *packing* dibuka.

Rute pengangkutan dari Pulau Tunda ke Pelabuhan Perikanan Nusantara Karangantu menggunakan transportasi laut, kemudian dilanjutkan ke laboratorium menggunakan transportasi darat. Berdasarkan rute tersebut, pengangkutan ikan berlangsung selama 11 jam. Pengamatan sintasan dilakukan setelah ikan sampai di laboratorium.

#### *Pemeliharaan pascapengangkutan*

Akuarium yang digunakan berukuran 30 cm × 30 cm × 30 cm yang diisi air tawar dengan ketinggian 9,5 cm. Sebelum digunakan, akuarium dibersihkan, disterilkan menggunakan campuran larutan *methylene blue* dan *benzaldehyde green*, kemudian dibilas dengan air bersih dan dikeringkan.

Setelah ikan sampai di laboratorium, terlebih dahulu ikan diaklimatisasi dengan cara memasukkan plastik *packing* berisi ikan ke dalam wadah pemeliharaan selama 5 menit untuk adaptasi suhu. Selanjutnya dari mulut plastik *packing*, air media pemeliharaan dimasukkan ke dalam plastik dan ikan dibiarkan berenang ke luar sendiri ke dalam wadah pemeliharaan. Kepadatan yang digunakan saat pemeliharaan yaitu 1 ekor 2 L<sup>-1</sup>. Pemeliharaan pascapengangkutan dilakukan selama 16 hari. Hal ini disebabkan oleh stres pada saat pengangkutan akan ber-

dampak sekitar dua minggu pascapengangkutan dan umumnya ikan yang tidak dapat pulih akan mengalami kematian (Nirmala *et al.* 2012, Hadiroseyani *et al.* 2016).

Pakan yang digunakan selama pemeliharaan yaitu pakan alami (*Tubifex* sp. hidup dan *Daphnia* sp. beku) dan pakan buatan yang mengandung protein 48,0%. Pakan alami *Tubifex* sp. selalu tersedia yang diletakkan di tempat pakan di dalam akuarium. Pakan *Daphnia* sp. dan pakan buatan diberikan dua kali sehari (pagi dan sore), sambil melihat respons ikan terhadap pakan tersebut. Penyifonan dilakukan minimal tiga hari sekali untuk membersihkan feses dan sisa pakan. Kualitas air yaitu suhu, pH, dan oksigen terlarut diukur sebelum menebar ikan dan setelah akhir pemeliharaan.

Pengamatan sintasan dan tingkah laku ikan dilakukan setiap hari. Tingkah laku ikan yang diamati secara kualitatif yaitu pola renang, tingkah laku berkelompok, serta respons terhadap pakan alami dan pakan buatan yang diberikan. Penilaian pola renang berdasarkan kriteria aktif atau pasif (Wahyu *et al.* 2015). Penilaian tingkah laku berkelompok dan respons pakan berdasarkan tiga kriteria, yaitu ada banyak (++) , ada sedikit (+), dan tidak ada (-) (Herjayanto *et al.* 2019).

Pengamatan terhadap morfologi dan jumlah telur, dan nisbah ikan jantan : betina dilakukan pada akhir pemeliharaan. Telur diamati menggunakan mikroskop, kemudian didokumentasikan dan diukur diameter menggunakan aplikasi ImageJ untuk *windows*. Data pemijahan ini sebagai data dasar untuk mendukung kegiatan budi daya *O. javanicus*.

*Prosedur analisis data*

Data sintasan selama pengangkutan dan pemeliharaan pascapengangkutan yang diperoleh dianalisis menggunakan uji t dengan selang kepercayaan 95% menggunakan program Minitab® 19. Data tingkah laku ikan, jumlah telur, nisbah jantan dan betina, dan kualitas air dianalisis secara deskriptif. Selanjutnya data disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.

**Hasil**

Tingkah laku ikan saat penambahan bahan anestesi yaitu ikan mengalami disorientasi renang, pergerakan operkulum cepat dan insang terlihat lebih merah dibandingkan kelompok ikan yang tidak ditambahkan bahan anestesi. Beberapa ikan terlihat pingsan sesaat, namun

kemudian dapat berenang normal kembali.

Tingkah laku selama 16 hari pemeliharaan awal pascapengangkutan di dalam wadah terkontrol dapat dilihat pada Tabel 1. Ikan mulai aktif berenang pada hari pemeliharaan ke lima, kemudian ikan terlihat berenang berkelompok secara kontinu pada hari pemeliharaan ke enam. Pada tiap perlakuan, ikan mulai merespons pemberian pakan alami pada hari ke tiga, dan pakan buatan pada hari ke tujuh.

Sintasan ikan selama 11 jam pengangkutan berdasarkan perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2. Sintasan ikan setiap hari selama pemeliharaan pascapengangkutan berdasarkan perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2. Penambahan bahan anestesi menghasilkan sintasan  $75,00 \pm 0,00\%$ , sedangkan tanpa penambahan anestesi menghasil-

Tabel 1 Tingkah laku *Oryzias javanicus* selama 16 hari pemeliharaan pascapengangkutan berdasarkan perlakuan

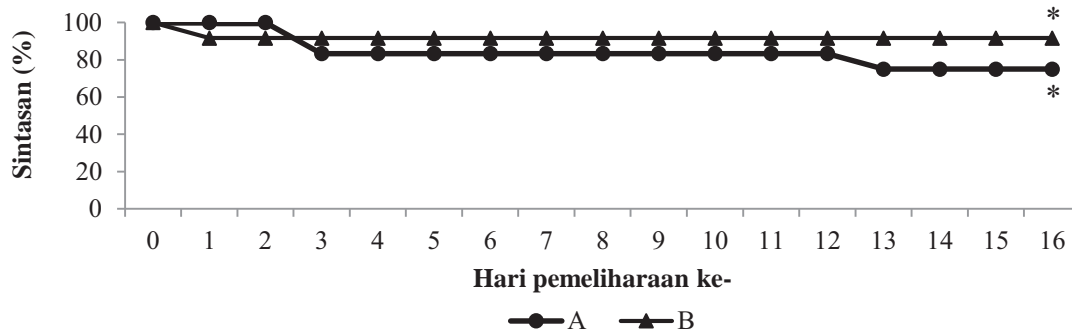
Hari pemeliharaan ke-	Pola renang		Kelompok		Respons pakan alami		Respons pakan buatan	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1	pasif	pasif	-	+	-	-	-	-
2	pasif	pasif	+	+	-	-	-	-
3	pasif	pasif	+	+	+	+	-	-
4	pasif	pasif	++	++	+	+	-	-
5	aktif	aktif	+	+	+	+	-	-
6	aktif	aktif	++	++	+	+	-	-
7	aktif	aktif	++	++	++	++	+	+
8	aktif	aktif	++	++	++	++	+	+
9	aktif	aktif	++	++	++	++	+	+
10	aktif	aktif	++	++	++	++	+	+
11	aktif	aktif	++	++	++	++	+	+
12	aktif	aktif	++	++	++	++	+	+
13	aktif	aktif	++	++	++	++	+	+
14	aktif	aktif	++	++	++	++	+	+
15	aktif	aktif	++	++	++	++	+	+
16	aktif	aktif	++	++	++	++	+	+

Keterangan: A: penambahan bahan anestesi  $0,4 \text{ mL L}^{-1}$ , B: tanpa penambahan bahan anestesi, -: tidak ada, +: ada sedikit, ++: ada banyak

Tabel 2 Sintasan *Oryzias javanicus* selama pengangkutan sistem tertutup berdasarkan perlakuan

Ulangan	Sintasan (%)	
	Perlakuan A	Perlakuan B
1	100	100
2	100	100
3	100	100
4	100	100
5	100	50
Rata-rata	100,00±0,00*	90,00±22,00*

Keterangan: A: penambahan bahan anestesi 0,4 mL L<sup>-1</sup>, B: tanpa penambahan bahan anestesi. Tanda bintang (\*) menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf  $\alpha=0,05$ .



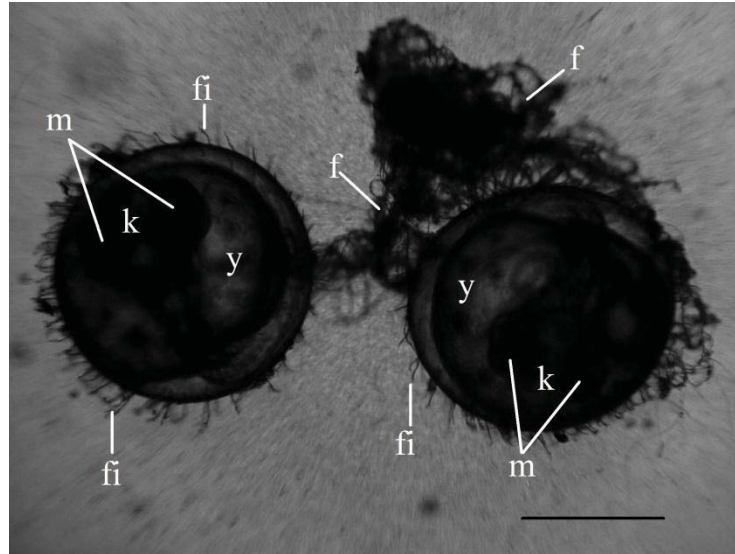
Gambar 2 Sintasan *Oryzias javanicus* selama 16 hari pemeliharaan pascapengangkutan. A: penambahan bahan anestesi 0,4 mL L<sup>-1</sup>, B: tanpa penambahan bahan anestesi. Tanda bintang (\*) menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf  $\alpha=0,05$ .

kan sintasan 91,67±14,43% pada hari pemeliharaan ke-16.

Ikan *Oryzias javanicus* asal Pulau Tunda dapat memijah di dalam wadah terkontrol selama pemeliharaan pascapengangkutan. Telur ikan hasil pemijahan terlihat berada di dasar akuarium pemeliharaan. Karena itu, spesies ini adalah tipe *egg depositer*. Ukuran diameter telur 0,94±0,06 mm. Telur berkelompok seperti buah anggur yang dihubungkan oleh filamen (*attaching filaments*). Pada korion terdapat filamen pendek atau disebut fili (*non-attaching filaments*). Telur juga memiliki butiran minyak (*oil droplet*) (Gambar 3).

Pada wadah pemeliharaan ikan yang diangkut menggunakan bahan anestesi menghasilkan total telur 167 butir. Ikan yang diangkut tanpa bahan anestesi menghasilkan total telur 104 butir. Pada masing-masing akuarium pemeliharaan terdapat nisbah jantan : betina yang berbeda (Tabel 3).

Kisaran kualitas air selama pengangkutan yaitu suhu 25-27°C, pH 8,19-8,31, salinitas 0 ppt, dan oksigen terlarut 2,6-5,6 mg L<sup>-1</sup>. Kualitas air selama pemeliharaan pascapengangkutan yaitu suhu 25-29°C, pH 8,60-8,97, salinitas 0 ppt, dan oksigen terlarut 5,2-6,6 mg L<sup>-1</sup>.



Gambar 3 Telur *Oryzias javanicus* yang telah memasuki fase organogenesis di bawah mikroskop pada perbesaran 40 kali pada hari ke-16 pemeliharaan. f: filamen, fi: fili, k: kepala, m: mata, y: kuning telur. Skala garis 0,5 mm.

Tabel 3 Jumlah telur dan nisbah ikan jantan : betina *Oryzias javanicus* hasil pengamatan pada hari pemeliharaan ke 16

Ulangan	Perlakuan A		Perlakuan B	
	jumlah telur (butir)	nisbah jantan : betina	jumlah telur (butir)	nisbah jantan : betina
1	53	1 : 1	12	1 : 2
2	88	1 : 1	81	1 : 2
3	26	1 : 2	11	1 : 2
Total	167		104	

Keterangan: A: penambahan bahan anestesi 0,4 mL L<sup>-1</sup>, B: tanpa penambahan bahan anestesi.

### Pembahasan

Dosis bahan anestesi yang digunakan tidak memengaruhi sintasan *Oryzias javanicus* selama 11 jam pengangkutan ( $p > 0,05$ ). Tingkah laku awal ikan setelah penambahan bahan anestesi berdasarkan dosis aturan pemakaian produk menimbulkan pengaruh awal disorientasi renang. Hal ini diduga sebagai respons tingkah laku ikan terhadap bahan anestesi sebelum ikan menjadi tenang karena bahan aktif tranquilizer. Kondisi awal seperti ini juga terjadi pada pengangkutan ikan botia (*Chromobotia*

*macracanthus*) yang ditambahkan MS-222. Sebelum pingsan, pergerakan operkulum semakin cepat, gerakan tidak menentu ke segala arah, dan naik ke permukaan air (Yanto 2012).

Faktor lain yang memengaruhi sintasan ikan selama pengangkutan yaitu penanganan awal saat penangkapan dan pemberokan yang dilakukan sebelum pengangkutan. Menurut Tjakrawidjaja & Subagja (2009), tahapan yang harus diperhatikan dalam pemeliharaan ikan liar yaitu saat penanganan awal (penangkapan), pemberokan, *packing*, pengangkutan sampai

pengondisian di tempat tujuan. Telah dilaporkan pada spesies *O. sarasinorum*, penangkapan yang kurang baik yaitu ikan tergesek jaring dan ke luar dari air menyebabkan ikan stres dan kemudian mati dengan ciri awal warna mulai hitam dan berenang di permukaan. Pemberokan selama 20 jam sebelum pengangkutan belum dapat menekan mortalitas *O. sarasinorum* selama pengangkutan sistem tertutup (Herjayanto *et al.* 2018). Pada ikan *Oxyeleotris heterodon*, pemberokan dilakukan minimal  $2 \times 24$  jam sebelum pengangkutan (Kadariusman *et al.* 2018), sedangkan pada benih *Channa striata*, pemberokan dilakukan selama 48 jam (Wahyu *et al.* 2015). Pemberokan dilakukan untuk meminimalkan feses atau agar ikan tidak memuntahkan makanan selama pengangkutan yang akan menyebabkan penurunan kualitas air sehingga meningkatkan mortalitas (Kadariusman *et al.* 2018).

Adaptasi pakan merupakan hal penting pada awal pemeliharaan ikan liar di wadah budi daya. Karena itu, pakan awal dipilih dengan tepat sehingga ikan mau makan pakan yang diberikan. Jenis pakan awal yang diberikan yaitu pakan alami yang hidup dan / atau pakan alami segar. Pakan alami yang hidup diberikan secara *ad libitum* (selalu tersedia). Setelah seminggu pemeliharaan, ikan mulai diberikan pakan buatan secara bertahap. Beberapa penelitian pemeliharaan awal ikan liar juga menggunakan pakan alami selama adaptasi awal, seperti pada *O. sarasinorum*, menggunakan *Tubifex* sp., cacing tanah, cacing darah beku (Rasmina 2014), nauplii *Artemia* dan *Moina* sp. (Herjayanto *et al.* 2018). Pada *Adrianichtys oophorus*, menggunakan cacing tanah sebanyak 30% (Rendi 2014) dan pada *O. heterodon* menggunakan ikan rucah dan juwana ikan nila

hidup secara *ad libitum* (Kadariusman *et al.* 2018). Ikan *O. javanicus* yang diteliti lebih merespons terhadap pemberian pakan alami terutama pakan alami yang hidup dibandingkan pakan buatan selama adaptasi awal pemeliharaan (Tabel 1). Hal ini disebabkan oleh sifat pakan alami hidup yang bergerak, kemudian menyebabkan tingkah laku ikan berenang mendekat dan makan pakan alami.

Kematian ikan selama pemeliharaan awal pascapengangkutan sangat erat kaitannya dengan proses pengangkutan yang dilakukan (Nirmala *et al.* 2012). Kematian selama fase ini diistilahkan dengan *hauling loss* (Nirmala *et al.* 2012) atau *delayed mortality syndrome* (Hadiroseyani *et al.* 2016). Fenomena ini adalah kematian ikan yang tertunda akibat stres saat pengangkutan. Kematian terjadi sekitar dua minggu selama pemeliharaan pascapengangkutan (Nirmala *et al.* 2012; Hadiroseyani *et al.* 2016). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan tidak memengaruhi sintasan *O. javanicus* pada hari pemeliharaan ke 16 ( $p > 0,05$ ). Oleh karena itu, pengangkutan *O. javanicus* dapat dilakukan tanpa menggunakan bahan anestesi untuk menghemat biaya. Pada spesies yang sama, pengangkutan menggunakan sistem terbuka selama 11 jam dengan kepadatan ikan 12 ekor  $L^{-1}$  menghasilkan sintasan pemeliharaan hari ke 16 sebesar 25% (Herjayanto *et al.* 2019). Pengangkutan *O. sarasinorum*, yang ditambahkan zeolit dan arang aktif pada media dapat meningkatkan sintasan selama pemeliharaan pascapengangkutan. Kematian terjadi pada hari pemeliharaan ke 14 dan diperoleh sintasan akhir pemeliharaan  $88,89 \pm 19,25\%$  (Herjayanto *et al.* 2018).

Pengangkutan *O. javanicus* 16 ekor  $L^{-1}$  selama 11 jam tidak memberikan dampak

negatif terhadap sintasan selama pengangkutan dan pascapengangkutan. Pada pengangkutan sistem tertutup, amoniak ( $\text{NH}_3$ ) dan karbon-dioksida ( $\text{CO}_2$ ) akan meningkat di air media yang berasal dari hasil metabolisme ikan (Supriyono *et al.* 2011, Nirmala *et al.* 2012). Hal ini menyebabkan tiap spesies ikan memiliki kepadatan optimum untuk pengangkutan sistem tertutup, karena berkaitan dengan kemampuan toleransi terhadap oksigen terlarut yang tersedia dan toleransi terhadap kandungan  $\text{NH}_3$  dan  $\text{CO}_2$  di air media pengangkutan. Semakin padat ikan, maka semakin besar konsumsi oksigen, dan semakin tinggi  $\text{NH}_3$  dan  $\text{CO}_2$  di air media (Syamsunarno *et al.* 2019). Pengangkutan *O. latipes* menggunakan kepadatan 2 ekor  $\text{L}^{-1}$  (Hashimoto *et al.* 2009). Pada *O. sarasinorum* kepadatan 4 ekor  $\text{L}^{-1}$  pada pengangkutan sistem tertutup selama 5 jam menghasilkan sintasan yang rendah (kecuali jika ditambahkan zeolit dan arang aktif) (Herjayanto *et al.* 2018). Berdasarkan hal tersebut, *O. javanicus* diduga memiliki toleransi terhadap kondisi lingkungan yang memiliki kandungan oksigen terlarut rendah. Kandungan oksigen terlarut terendah pada pengangkutan sistem tertutup *O. javanicus* mencapai 2,6 mg  $\text{L}^{-1}$ .

*Oryzias javanicus* asal Pulau Tunda dapat beradaptasi dengan baik terhadap kualitas air dan jenis pakan yang diberikan. Adaptasi tersebut berujung pada terjadinya pemijahan sehingga diperoleh telur pada hari pemeliharaan ke 16. Nisbah ikan jantan : betina yang terdapat di dalam wadah pemeliharaan yaitu 1 : 1 dan 1 : 2 (Tabel 3). Adaptasi yang baik terhadap kondisi lingkungan (Rahardjo *et al.* 2011), pakan (Izquierdo *et al.* 2001) dan didukung oleh kesesuaian nisbah ikan jantan : betina dalam wadah pemeliharaan (Herjayanto *et al.* 2016)

dapat menginduksi terjadinya reproduksi. Berdasarkan Tabel 3, strategi reproduksi spesies *O. javanicus* diduga dapat dilakukan secara poligami dengan sistem pemijahan masal.

### Simpulan

Pengangkutan *Oryzias javanicus* asal Pulau Tunda dapat dilakukan menggunakan sistem tertutup tanpa penambahan bahan anestesi dengan kepadatan 16 ekor  $\text{L}^{-1}$  selama 11 jam yang menghasilkan sintasan pemeliharaan pascapengangkutan 91,67% dan tingkah laku adaptasi yang baik sehingga diperoleh telur sebanyak 104 butir selama 16 hari pemeliharaan. Pemijahan *O. javanicus* dapat dilakukan dengan nisbah kelamin 1:1 dan 1:2.

### Persantunan

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pak Forcep Rio Indaryanto selaku Kepala Laboratorium Budidaya Perairan, Jurusan Ilmu Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA). Keluarga pak Sunta dan masyarakat Pulau Tunda, Muhammad Fakhri Alwi, Tim Ekspedisi Jawara Akuatik ke-1 dan ke-2 Himpunan Mahasiswa Perikanan, UNTIRTA dan tim Ekspedisi Riset Akuatika (ERA) Indonesia atas bantuan dan kerjasama yang baik.

### Daftar pustaka

- Coyle SD, Durborow RM, Tidwell JH. 2004. *Anesthetics in aquaculture*. SRAC Publication 3900, Stoneville, MS, USA. 6 p.
- Hadiroseyani Y, Sukenda, Surawidjaja EH, Utomo NBP, Affandi R. 2016. Survival rate of transported ricefield eels *Monopterus albus* (Synbranchidae), in open and closed system at water salinity level of 0 and 9 g  $\text{L}^{-1}$ . *AAFL Bioflux*, 9(3): 759-767.
- Hashimoto H, Kamei Y, Niwa K, Sasado T. 2009. Chapter 4. Strain preservation and

- related techniques. In: Kinoshita M, Murata K, Naruse K, Tanaka M (eds.). *Medaka; Biology, Management and Experimental Protocols*. Wiley-Blackwell, USA. pp. 101-116.
- Herjayanto M, Carman O, Soelistyowati DT. 2016. Tingkah laku memijah, potensi reproduksi ikan betina, dan optimasi teknik pemijahan ikan pelangi *Iriatherina wernerii* Meinken, 1974. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 16(2): 171-183.
- Herjayanto M, Maulidina AM, Widiyawan ER, Prasetyo NA, Agung LA, Magfira, Gani A. 2019. Studi awal pemeliharaan *Oryzias* sp. asal Pulau Tunda, Indonesia, pada kondisi laboratorium. *Musamus Fisheries and Marine Journal*. 2(1): 24-34.
- Herjayanto M, Waris A, Suwarni Y, Halia M, Gani A, Findayani N, Cahyani R. 2018. Studi habitat dan pengangkutan sistem tertutup pada ikan rono *Oryzias sarasinorum* Popta, 1905 endemik Danau Lindu sebagai dasar untuk domestikasi. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 3(2): 103-109.
- Iwamatsu T, Imaki A, Kawamoto A, Inden A. 1982. On *Oryzias javanicus* collected from Jakarta, Singapore and West Kalimantan. *Annotationes Zoologicae Japonenses*, 55(3): 190-198.
- Izquierdo MS, Fernández-Palacios H, Tacon AGJ. 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, 197(1-4): 25-42.
- Kadariusman, Hismayasari IB, Supriatna I, Sayuti M, Setiabdi A. 2018. Kajian strategis domestikasi ikan gabus sentani *Oxyeleotris heterodon* (Weber, 1907). Laporan akhir. Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Kabupaten Jayapura dengan Politeknik Kelautan dan Perikanan Sorong Badan Riset dan SDM Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Magtoon W, Termvidchakorn A. 2009. A revised taxonomic account of ricefish *Oryzias* (Beloniformes; Adrianichthyidae), in Thailand, Indonesia and Japan. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University*, 9(1): 35-68.
- Mandagi IF, Mokodongan DF, Tanaka R, Yamahira K. 2018. A new riverine ricefish of the genus *Oryzias* (Beloniformes, Adrianichthyidae) from Malili, Central Sulawesi, Indonesia. *Copeia*, 106(2): 297-304.
- Mokodongan DF, Yamahira K. 2015. Origin and intra-island diversification of Sulawesi endemic Adrianichthyidae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 93: 150-160.
- Nirmala K, Hadiroseyani Y, Widiasto RP. 2012. Penambahan garam dalam air media yang berisi zeolit dan arang aktif pada transportasi tertutup benih ikan gurami *Osphronemus goramy* Lac. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(2): 190-201.
- Parenti LR. 2008. A phylogenetic analysis and taxonomic revision of ricefishes, *Oryzias* and relatives (Beloniformes, Adrianichthyidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 154(3): 494-610.
- Puspitasari R, Suratno. 2017. Studi awal perkembangan larva *Oryzias javanicus* di Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1): 105-112.
- Rahardjo MF, Sjafei DS, Affandi R, Sulistiono. 2011. *Iktiologi*. Lubuk Agung, Bandung. 294 hlm.
- Rasmina. 2014. Sudi ekobiologi ikan *Xenopoeilus sarasinorum* endemik Danau Lindu sebagai dasar untuk budidaya. *Skripsi*. Universitas Tadulako: Palu.
- Rendi. 2014. Domestikasi ikan rono (*Xenopoeilus oophorus*) endemik Danau Poso dengan pemberian pakan cacing tanah dosis yang berbeda. *Skripsi*. Universitas Tadulako: Palu.
- Roberts TR. 1998. Systematic observations on tropical Asian medakas or ricefishes of the genus *Oryzias*, with descriptions of four new species. *Ichthyological Research*, 45(3): 213-224.
- Supriyono E, Syahputra R, Ghozali MFR, Wahjuningrum D, Nirmala K, Kristanto A. 2011. Efektivitas pemberian zeolit, arang aktif dan minyak cengkeh terhadap hormon kortisol dan gambaran darah benih ikan patin *Pangasianodon hypophthalmus* pada pengangkutan dengan kepadatan tinggi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 11(1): 67-75.
- Syamsunarno MB, Maulana MK, Indaryanto FR, Mustahal. 2019. Kepadatan optimum untuk menunjang tingkat kelangsungan hidup benih ikan bandeng (*Chanos chanos*)

- pada transportasi sistem tertutup. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(1): 70-78.
- Taylor AL, Solomon DJ. 1979. Critical factors in the transport of live freshwater fish: III. The use of anaesthetics as tranquillizers. *Fisheries Management*, 10(4): 153-157.
- Tjakrawidjaja AH, Subagja J. 2009. Teknik pengangkutan dan pengadaptasian ikan tambra dari habitat alaminya DAS Hulu Barito Kalimantan Tengah. In: Editor Haryono, Rahardjo MF (editor). *Proses Domestikasi dan Reproduksi Ikan Tambra yang Telah Langka Menuju Budidaya*. LIPI Press. 37-49 p.
- Wahyu, Supriyono E, Nirmala K, Harris E. 2015. Pengaruh kepadatan ikan selama pengangkutan terhadap gambaran darah, pH darah, dan kelangsungan hidup benih ikan gabus *Channa striata* (Bloch, 1793). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 15(2): 165-177.
- Yanto H. 2012. Kinerja MS-222 dan kepadatan ikan botia (*Botia macracanthus*) yang berbeda selama transportasi. *Jurnal Penelitian Perikanan*, 1(1): 43-51.



## 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 19 Nomor 1 Bulan Februari Tahun 2019, yaitu:

Ali Suman, Prof. Dr. (Pusat Riset Perikanan, Badan Riset dan Sumber daya Manusia Kelautan dan Perikanan)

Brata Pantjara, Prof. Dr. (Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan, Bogor)

Didik Wahyu Hendro Tjahjo Dr. (Balai Riset Pemulihan Sumber Daya Ikan, Jatiluhur)

Djamburiah S. Said, MSi (Pusat Penelitian Limnologi – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong)

Eddy Supriyono Dr. (Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor)

Emmanuel Manangkalangi Dr. (Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNIPA – Manokwari)

Fahmi Dr. (Pusat Penelitian Oseanografi - Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI)

Gunawan Pratama Yoga Dr. (Pusat Penelitian Limnologi – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong)

Iis Diatin, Dr. (Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor)

Imron Dr. (Balai Penelitian Pemuliaan Ikan, Sukamandi)

Irmawati Dr. (Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin)

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

Melta Rini Fahmi Dr. (Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias, Depok)

Mulyono S Baskoro Prof. Dr. (Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, FPIK - IPB)

Nina Meilisza Dr. (Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias, Depok)



## PANDUAN bagi PENULIS

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

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

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

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

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

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

### Pengajuan naskah

Pengajuan naskah dapat dilakukan kapan pun dengan mengirimkan satu salinan lunak

(*soft copy*) kepada dewan penyunting JII melalui laman:

*jurnal-iktiologi.org*

dan melalui surat elektronik dengan alamat:

*iktiologi\_indonesia@yahoo.co.id*

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

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

### Penyiapan naskah

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

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

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

#### Bagian-bagian naskah

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

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

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

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

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

**Bahan dan metode** dituliskan secara jelas. Teknik statistik diuraikan secara lengkap (jika baru) atau diacu.

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

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

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

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

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

- Judul terbitan berkala dikutip lengkap (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 persiapan, pekerjaan yang baru diusulkan, atau komunikasi pribadi hanya dibuat dalam teks, di luar Daftar Pustaka.
  - Artikel dan buku yang belum dipublikasikan dan sedang dalam proses pencetakan diberi tambahan “*in press*”. Contoh:  
Rahardjo MF, Syafei LS. 2020. *Spesies Invasif Akuatik*. (*in press*)  
Artikel ulas balik suatu topik, resensi buku, dan komentar atau tanggapan atas suatu artikel tidak perlu mengikuti sistematika penulisan di atas.



<b>Dara Sarasita, Agung Yunanto, Defri Yona</b> Kandungan mikroplastik pada empat jenis ikan ekonomis penting di perairan Selat Bali [Microplastics abundance in four different species of commercial fishes in Bali Strait] . . . . .	1
<b>Alfis Syahril, Odang Carman, Dinar Tri Soelistyowati</b> Tetraploidisasi kejut suhu dingin pada ikan patin siam <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> (Sauvage, 1878) dengan suhu dan umur zigot yang berbeda [Cold temperature shock tetraploidization of striped catfish <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> (Sauvage, 1878) with different of temperature and age of zygote]. . . . .	13
<b>Selvia Oktaviyani, Wanwan Kurniawan, Fahmi</b> Komposisi spesies dan distribusi ukuran hiu dan pari yang tertangkap di Selat Bali dan perairan sekitarnya serta kaitannya dengan pengelolaan perikanan) [Species composition and size distribution of sharks and rays caught in Bali Strait and its surrounding area and its relation to fisheries management] . . . . .	23
<b>Ahmad Teduh, Dinar Tri Soelistyowati, Odang Carman, Harton Arfah</b> Produksi albino <i>slayer</i> melalui kombinasi persilangan pada ikan hias <i>brushmouth</i> ( <i>Hypostomus plecostomus</i> , Linnaeus 1758) [Production of albino slayer through a combination of crossing in brushmouth ( <i>Hypostomus plecostomus</i> , Linnaeus 1758) ornamental fish] . . . . .	47
<b>Rina Hirnawati, Dedi Jusadi, Julie Ekasari, Muhammad Agus Suprayudi</b> Evaluasi kualitas warna dan aktivitas antioksidan yuwana ikan botia <i>Chromobotia macracanthus</i> Bleeker 1852 dengan penambahan astaksantin dalam pakan [Color quality and antioxidant activity evaluation of clown loach juvenile, <i>Chromobotia macracanthus</i> Bleeker 1852 by addition of astaxanthin in diet] . . . . .	59
<b>Kunto Wibowo, Miftahul Huda, Rachmad Sholeh Wicaksono, Monica Bataona, Teguh Peris-tiwady</b> Catatan distribusi ikan buntal laut dalam langka <i>Triodon macropterus</i> (Tetraodontiformes: Triodontidae) dari Laut Maluku dan Laut Sawu [Records of the rare deep-sea threetooth puffer fish, <i>Triodon macropterus</i> (Tetraodontiformes: Triodontidae) from Molucca and Sawu seas, Indonesia]. . . . .	73
<b>I Nyoman Y. Parawangsa, M. Fadjar Rahardjo, Charles P. H. Simanjuntak</b> Aspek reproduksi ikan ekor pedang, <i>Xiphophorus hellerii</i> Heckel 1848 di Danau Tamblingan, Bali [Reproduction aspect of green swordtail, <i>Xiphophorus hellerii</i> Heckel 1848 in Tamblingan Lake, Bali] . . . . .	81
<b>Muh. Herjayanto, Mas Bayu Syamsunarno, Nugroho Agung Prasetyo, Annisa Misykah Mauliddina, et al.</b> Studi awal pengangkutan sistem tertutup, pemeliharaan dan pengamatan telur <i>Oryzias javanicus</i> (Bleeker 1854) asal Pulau Tunda [Preliminary study of closed system transportation, rearing and observation of the eggs <i>Oryzias javanicus</i> (Bleeker 1854) from Tunda Island] . . . . .	93

