

p ISSN 1693-0339  
e ISSN 2579-8634

# Jurnal Iktiologi Indonesia

*(Indonesian Journal of Ichthyology)*

*Volume 18 Nomor 3 Oktober 2018*



Diterbitkan oleh:

**Masyarakat Iktiologi Indonesia**

*(The Indonesian Ichthyological Society)*



# Jurnal Iktiologi Indonesia

p ISSN 1693-0339

e ISSN 2579-8634

Terakreditasi berdasarkan Keputusan Menteri Pendidikan & Kebudayaan No. 040/P/2014, 19 Februari 2014 (berlaku lima tahun sejak tanggal ditetapkan)

Volume 18 Nomor 3 Oktober 2018

## Dewan Penyunting

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ketua</b>   | : M. F. Rahardjo                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Anggota</b> | : Agus Nuryanto<br>Achmad Zahid<br>Angela Mariana Lusiastuti<br>Charles P.H. Simanjuntak<br>Djumanto<br>Endi Setiadi Kartamihardja<br>Haryono<br>Kadariusman<br>Lenny S. Syafei<br>Lies Emmawati Hadie<br>Renny K. Hadiaty<br>Sharifuddin bin Andy Omar<br>Teguh Peristiwady<br>Wartono Hadie |

## Alamat Dewan Penyunting:

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

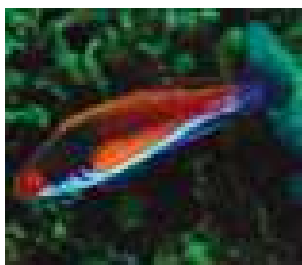
Jln. Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong 16911

Laman: [www.iktiologi-indonesia.org](http://www.iktiologi-indonesia.org)

Laman: [jurnal-iktiologi.org](http://jurnal-iktiologi.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.



*Cirrhilabrus cf. ryukyuensis* Ishikawa 1904  
(Foto: M.V. Erdmann dan G.R. Allen)

Percetakan: CV. Rajawali Corporation

## ***Prakata***

Jurnal Ikhtiologi Indonesia edisi Oktober 2018 menyajikan sembilan artikel penelitian dan satu artikel ulasan sebagai penutup. Dua tulisan yang terkait dengan budi daya ikan dimuat pada edisi bulan ini. Artikel pertama yang ditulis oleh Leuwol *et al.* melaporkan hasil uji toksisitas akut insektisida karbamat terhadap ikan mas dan artikel kedua tentang evaluasi produksi larva dan keragaan pertumbuhan benih ikan nila merah NIFI F1 selama fase pendederan yang dilakukan oleh Robisalmi *et al.*

Ekawaty dan Jatmiko menuliskan tentang biologi reproduksi ikan tongkol komo di Samudra Hindia Bagian Timur. Berdasarkan apa yang dilakukan, mereka menegaskan bahwa sebagian besar ikan yang tertangkap belum pernah memijah. Dailami *et al.* mengemukakan analisis genetik fragmen gen sitrokrom oksidase sub unit 1 dari *Cirrhitilabrus cf. ryukyuensis* asal Teluk Cenderawasih dan Raja Ampat. Selanjutnya

morfologi tulang anggota gerak ikan keureling *Tor tambroides* digambarkan oleh Akmal *et al.*

Ikan lemuru di perairan Bali kian menurun jumlahnya. Pertami *et al.* melakukan penelitian ikan ini. Salah satu hasilnya yaitu tentang morfologi dan hubungan panjang bobot, yang ditampilkan pada edisi ini.

Upaya untuk mengungkap fauna ikan di perairan habitat alaminya dilakukan oleh dua kelompok peneliti dan hasilnya dipublikasikan pada edisi ini. Tuapetel *et al.* menguraikan tentang keanekaragaman sumber daya ikan demersal di perairan Pulau Ambon, sedangkan Purnamaningtyas *et al.* mengutarakan tentang fauna ikan di dua danau lindung, yakni Danau Keliling dan Danau Pangelang di Kabupaten Kapuas Hulu.

Artikel ulasan sebagai penutup edisi akhir tahun 2018 dirangkum oleh Nikijuluw. Artikel ini membahas tentang konservasi keanekaragaman hayati ikan pantai di Indonesia.

Penyunting



## Uji toksisitas akut insektisida karbamat terhadap ikan mas, *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758

[Acute toxicity test of carbamate insecticide on common carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758.]

Cathrine Ferlianova Leuwol<sup>1✉</sup>, Djamar Tumpal Floranthus Lumban Batu<sup>2</sup>, Ridwan Affandi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

<sup>2</sup>Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

Diterima: 11 Maret 2018; Disetujui: 24 Juli 2018

### Abstrak

Pestisida golongan karbamat merupakan sumber pencemar yang sangat toksik bagi hewan, meskipun insektisida golongan karbamat ini mudah terurai di alam baik pada media air maupun pada organisme dalam rantai makanan. Tujuan penelitian ini ialah mengukur nilai LC<sub>50-96</sub> insektisida karbamat (Marshal 200 EC) terhadap hewan uji. Hewan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dengan panjang 6-8 cm dan bobot 5,5-9 g. Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah metode eksperimental dengan dua tahapan penelitian, yaitu uji pendahuluan dan uji toksisitas akut (LC<sub>50-96</sub>). Uji pendahuluan dilakukan tanpa ulangan dan uji toksisitas akut dilakukan ulangan sebanyak dua kali. Data uji toksisitas akut dianalisis dengan analisis probit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai LC<sub>50-96</sub> insektisida karbamat (Marshal 200 EC) terhadap ikan mas adalah 1,68 mgL<sup>-1</sup>.

Kata penting: *Cyprinus carpio*, karbamat, LC<sub>50-96</sub>, pencemar, toksisitas,

### Abstract

Carbamate is a highly toxic pollutant for animal, even though this insecticide is biodegradable in nature and in the food chain. The purpose of this research was to find the LC<sub>50-96</sub> of carbamate insecticide (Marshall 200 EC) on test organism. The test organism used common carps (*Cyprinus carpio* L.) with 6-8 cm of length and 5,5-9 g of weight. This study used an experimental method by divided into two steps i.e. preliminary test and acute toxicity (LC<sub>50-96</sub>) tests. Preliminary test was done without repetition and twice repetition for acute toxicity. Acute toxicity test data were analyzed by probit analysis. The result showed that LC<sub>50-96</sub> of carbamate insecticide (Marshal 200 EC) on *Cyprinus carpio* L. was 1,68 mgL<sup>-1</sup>.

Keywords: *Cyprinus carpio*, carbamate, LC<sub>50-96</sub>, pollutant, toxicity

### Pendahuluan

Pestisida kimiawi merupakan senyawa yang mampu membahayakan kesehatan organisme hidup (Halwart & Gupta 2004). Salah satu pestisida yang masih digunakan saat ini adalah karbamat. Daya racun yang dimiliki insektisida karbamat adalah menghambat aktivitas enzim acetylcholinesterase (AChE) (Indraningsih 2008). Sifat racun yang dibawa oleh karbamat dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan kronis. Pada manusia ditandai dengan pusing dan kejang perut, pada serangga ditandai dengan menurunnya aktivitas enzim acetylcholine esterase

sampai nol, sehingga tidak mampu lagi mengirimkan impuls saraf dari satu synaps ke synaps yang lain (Lumban Batu 2017), dan pada ikan ditandai dengan hilangnya keseimbangan, gerakan yang tidak terkendali diikuti oleh perubahan postur yang tidak normal (Hejduk & Svobodova 1979).

Kebanyakan insektisida yang masuk ke dalam badan perairan merupakan dampak dari aktivitas manusia menggunakan insektisida secara intensif dan berlebihan di bidang pertanian. Menurut Glusczak *et al.* (2011), Rossi *et al.* (2011), Taufik (2011), dan Tarwotjo *et al.*

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: [leuwolcathrine@gmail.com](mailto:leuwolcathrine@gmail.com)

(2014), insektisida karbamat di dalam ekosistem akuatik dapat menyebabkan ketidakseimbangan ekologis yang mungkin memiliki efek racun bagi organisme air. Salah satu organisme air yang berpeluang terkena dampak akibat keberadaan insektisida karbamat adalah ikan, khususnya ikan mas (*Cyprinus carpio* L.).

Ikan mas merupakan indikator penting dari dampak zat beracun (Gluszczak *et al.* 2011, Moreno-Hernández *et al.* 2014) karena merupakan ikan ekonomis penting yang banyak dibudidayakan, terutama di Jawa Barat. Ikan mas di daerah tropis dapat dipelihara pada daerah dengan ketinggian 1000 meter di atas permukaan laut, walaupun daerah yang baik berkisar pada ketinggian 150 sampai 600 meter di atas permukaan laut (Hora & Pillay 1962) dengan kisaran suhu optimum 25-30 °C (Huet 1971, Mabuchi *et al.* 2006). Selama masa pertumbuhannya, ikan mas sangat peka terhadap perubahan kualitas lingkungannya (Huet 1971, Elia *et al.* 2011, de Menezes *et al.* 2012). Ikan mas menjadi objek penting sebagai hewan uji karena ikan mas memiliki kandungan lemak yang cukup tinggi sehingga akan lebih mudah untuk mengakumulasi residu dari suatu bahan pencemar (Agahet *al.* 2009, Taufik & Setiadi 2012). Selain itu, ikan mas juga dapat dipelihara di akuarium pada skala laboratorium. Dengan demikian, ikan mas dapat digunakan sebagai ikan uji pada uji toksisitas.

Uji toksisitas akut menggunakan insektisida sebagai toksikan dan ikan mas sebagai objek penelitian memberikan informasi yang sangat penting terhadap kesehatan manusia karena apabila manusia mengonsumsi ikan mas yang telah terpapar insektisida dapat dianggap sebagai salah satu sumber utama paparan insektisida pada manusia (Storelli 2008) dan manajemen penggunaan insektisida. Pengamatan efek letal dicatat sebagai *median lethal concentration* (LC<sub>50</sub>) (Al-Attar

2005). Penelitian sebelumnya oleh Taufik & Setiadi (2012) tentang uji toksisitas insektisida endosulfan pada ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) diperoleh nilai LC<sub>50</sub> pada waktu uji 24 jam adalah 5,29 mgL<sup>-1</sup>; 48 jam adalah 3,48 mgL<sup>-1</sup>; 72 jam adalah 2,78 mgL<sup>-1</sup>; dan 96 jam ada 2,42 mgL<sup>-1</sup>, dengan efek berupa semakin kecilnya nilai LC<sub>50</sub> apabila waktu pemaparannya semakin lama. Karena itu, perlu dilakukan penelitian uji toksisitas akut (LC<sub>50</sub>-96 jam) menggunakan insektisida yang lain guna mengukur nilai LC<sub>50</sub>-96 insektisida karbamat (Marshal 200 EC) terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* L.).

### Bahan dan metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan November - Desember 2017. Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisiologi Hewan Air, Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Penelitian ini menggunakan ikan mas dengan panjang 6-8 cm, dan bobot tubuh 5,5-9,0 gram. Bahan kimia yang digunakan adalah insektisida karbamat dengan merek dagang Marshal 200 EC yang dalam satu botol terdapat bahan aktif karbosulfan 200,11 gL<sup>-1</sup>. Apabila satuannya diubah dalam satuan ppm maka 200,11 gL<sup>-1</sup> = 200110 mgL<sup>-1</sup> = 200110 ppm. Untuk memperoleh larutan stok 1000 ppm maka dilarutkan 5 ml larutan baku (Marshal 200 EC) ke dalam 1 liter air. Pembuatan larutan stok 1000 ppm diperoleh menggunakan persamaan:

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

Keterangan: V<sub>1</sub>= volume insektisida yang dibutuhkan, N<sub>1</sub>= konsentrasi insektisida, V<sub>2</sub>= volume air yang digunakan, N<sub>2</sub>= dosis insektisida yang diinginkan

Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan dua tahapan penelitian, meliputi uji pendahuluan dan uji toksisitas letal

atau uji definitif. Rancangan penelitian yang digunakan ialah Rancangan Acak Lengkap.

Penelitian pada tahapan uji pendahuluan, menggunakan metode *Range Finding Test* yaitu penentuan dosis konsentrasi insektisida berdasarkan pada metode logaritmik berbasis 10 yaitu kontrol 0 mgL<sup>-1</sup>; a= 10<sup>-2</sup> mgL<sup>-1</sup>; b= 10<sup>-1</sup> mgL<sup>-1</sup>; c= 10<sup>0</sup>mgL<sup>-1</sup>; d= 10<sup>1</sup> mgL<sup>-1</sup>; dan e= 10<sup>2</sup> mgL<sup>-1</sup> dengan masing-masing volume media uji sebesar 20 liter.

Penelitian pada tahapan uji toksisitas akut atau disebut juga uji definitif menggunakan metode yang mengacu pada US-EPA (2002), dengan menggunakan enam konsentrasi berbeda pada masing-masing media uji bervolume 20 liter. Selama masa penelitian uji pendahuluan hingga uji toksisitas akut atau uji definitif media uji diberi aerasi. Pada uji toksisitas akut atau uji definitif dilakukan ulangan sebanyak dua kali.

Selama uji toksisitas letal berlangsung, parameter utama yang diamati ialah persentase kematian ikan selama 96 jam. Parameter pendukung yang diamati meliputi suhu, oksigen terlarut, dan pH.

#### *Persiapan media*

Penelitian ini dimulai dengan menyiapkan akuarium sebanyak 12 buah yang masing-masing berkapasitas 32,6 liter. Akuarium dicuci bersih dan dijemur di bawah sinar matahari, dan kemudian diisi dengan air sebanyak 20 liter yaitu campuran air dengan larutan Marshal 200 EC pada konsentrasi yang berbeda untuk tiap perlakuan. Setelah itu, akuarium diberi aerasi. Ikan mas yang akan digunakan diaklimatisasi terlebih dahulu selama tujuh hari. Sehari sebelum digunakan ikan mas dipuasakan. Pada uji pendahuluan dan uji toksisitas akut tidak ada pemberian pakan terhadap ikan uji.

#### *Uji pendahuluan*

Uji pendahuluan bertujuan untuk menentukan ambang batas atas (N) dan ambang batas bawah (n) yang akan digunakan dalam uji toksisitas akut (uji definitif). Pada uji pendahuluan disiapkan enam akuarium, masing-masing diisi 20 liter media uji (larutan stok Marshal 200 EC dengan air). Jumlah hewan uji yang digunakan 10 ekor tiap akuarium. Pengamatan mortalitas dilakukan pada jam ke 0, 2, 4, 6, 12, 24, hingga 48 jam. Dari nilai mortalitas yang diperoleh melalui “*Range Finding Test*” atau Uji Pendahuluan ini, kemudian ditentukan konsentrasi tertinggi yang tidak menyebabkan kematian pada hewan uji selama 48 jam (ambang batas bawah) dan konsentrasi terendah yang menyebabkan kematian 100% pada hewan uji selama 24 jam (ambang batas atas). (Lumban Batu 2017).

Setelah konsentrasi ambang atas dan bawah didapatkan, maka konsentrasi yang akan digunakan pada uji definitif atau uji toksisitas akut dicari dengan menggunakan rumus logaritma di bawah ini. Penentuan konsentrasi tersebut dilakukan berdasarkan cara *Quantal Responses* menurut cara Komisi Pestisida (1983).

$$\text{Log}\left(\frac{N}{n}\right) = k \text{ Log}\left(\frac{a}{n}\right)$$

$$\frac{a}{n} = \frac{b}{a} = \frac{c}{b} = \frac{d}{c} = \frac{e}{d} \dots \frac{N}{n}$$

Keterangan: N= konsentrasi ambang atas, n= konsentrasi ambang bawah, a= nilai konsentrasi terkecil dalam uji toksisitas akut, k= jumlah interval konsentrasi yang diujikan, b,c,d,e = nilai konsentrasi yang diujikan pada uji toksisitas akut.

#### *Uji toksisitas akut*

Tujuan uji ini adalah menentukan kemampuan suatu bahan kimia uji dalam hal mematikan hewan uji (Lumban Batu 2017). Toksisitas akut insektisida karbamat (Marshal 200 EC) dinyatakan dengan LC<sub>50</sub> (*Lethal Concentration*). Tahap ini diawali dengan disiapkan 12 akuarium bervolume 32,6 liter beserta alat aerasi yang su-

dah terpasang, kemudian masing-masing akuarium diisi 20 liter media uji (larutan stok Marshal 200 EC dengan air deklorinasi) sesuai dengan konsentrasi insektisida karbamat yang telah ditentukan ( $0 \text{ mgL}^{-1}$ ;  $1,58 \text{ mgL}^{-1}$ ,  $2,5 \text{ mgL}^{-1}$ ,  $3,96 \text{ mgL}^{-1}$ ,  $6,27 \text{ mgL}^{-1}$ , dan  $9,92 \text{ mgL}^{-1}$ ). Pengamatan mortalitas hewan uji dilakukan pada waktu pemaparan 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam, 12 jam, 24 jam, 48 jam, 72 jam, dan 96 jam. Hewan uji yang mati selama penelitian berlangsung dicatat.

Penentuan nilai  $LC_{50-96}$  dilakukan dengan analisis probit. Analisis probit digunakan pada toksikologi guna menentukan toksisitas relatif suatu bahan kimiawi terhadap organisme hidup. Hal ini dilakukan dengan menguji respons suatu organisme di bawah beberapa konsentrasi masing-masing bahan kimia dan kemudian membandingkan konsentrasi hingga diperoleh hasilnya (Tyas 2016). Hubungan nilai logaritma konsentrasi uji dengan persentase mortalitas (dalam probit), merupakan fungsi linier:  $Y=a+bX$  (Hendri *et al.* 2010). Untuk menentukan nilai a maupun nilai b digunakan persamaan Finney (1971) berikut:

$$b = \frac{\sum XY - \frac{1}{n} \sum X \sum Y}{\sum X^2 - \frac{1}{n} (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{1}{n} (\sum Y - b \sum X)$$

$$m = \frac{5-a}{b}$$

$$LC_{50-96} = \text{anti log } m$$

Keterangan: Y= nilai probit mortalitas hewan uji, X= logaritma konsentrasi uji, a= konstanta, b= slope, m= nilai X pada Y = 5 (nilai probit 50% mortalitas hewan uji), n= jumlah perlakuan

#### *Pengambilan dan pengukuran parameter fisik dan kimiawi air*

Pengukuran parameter fisik dan kimiawi perairan dalam penelitian ini dilakukan secara langsung. Pengukuran kualitas air dilakukan pada saat awal penelitian dan akhir penelitian. Parameter yang diukur secara langsung meliputi

suhu air, oksigen terlarut, dan pH. Parameter yang diukur dan alat ukur yang digunakan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter fisik kimiawi dan alat yang digunakan (APHA 1989)

| Parameter        | Unit               | Alat       |
|------------------|--------------------|------------|
| Suhu             | $^{\circ}\text{C}$ | termometer |
| Oksigen terlarut | $\text{mgL}^{-1}$  | DO Meter   |
| pH               | -                  | pH meter   |

#### *Analisis data*

Perolehan data pada uji toksisitas akut ( $LC_{50-96}$ ) dianalisis dengan menggunakan analisis probit untuk menentukan nilai  $LC_{50}$  hingga periode pemaparan 96 jam.

#### **Hasil**

##### *Kondisi kualitas air media uji*

Hasil pengukuran variabel fisik-kimiawi air pada media pemeliharaan selama penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kisaran hasil pengukuran parameter fisika dan kimia pada media uji

| Variabel         | Satuan             | Nilai kisaran |
|------------------|--------------------|---------------|
| Suhu             | $^{\circ}\text{C}$ | 23,7-25,7     |
| Oksigen terlarut | $\text{mgL}^{-1}$  | 5,2-6,5       |
| pH               | -                  | 6,8-8         |

#### *Uji pendahuluan*

Uji pendahuluan dibagi menjadi enam perlakuan berdasarkan metode logaritmik berbasis 10 yaitu  $0 \text{ mgL}^{-1}$  sebagai kontrol,  $10^{-2} \text{ mgL}^{-1}$ ,  $10^{-1} \text{ mgL}^{-1}$ ,  $10^0 \text{ mgL}^{-1}$ ,  $10^1 \text{ mgL}^{-1}$ , dan  $10^2 \text{ mgL}^{-1}$ . Data mortalitas ikan uji selama uji pendahuluan tersaji pada Tabel 3. Nilai ambang batas bawah (n) yakni  $10^0 \text{ mgL}^{-1}$  karena konsentrasi tersebut tidak menyebabkan kematian pada hewan uji selama periode pemaparan hingga jam ke 48, dan nilai ambang batas atas (N) adalah  $10^1 \text{ mgL}^{-1}$ , karena konsentrasi tersebut menyebabkan sebanyak 100% hewan uji mati dalam waktu 24 jam.

Tabel 3. Mortalitas ikan mas pada uji pendahuluan

| Konsentrasi<br>(mgL <sup>-1</sup> ) | Mortalitas ikan (%) |        |        | Jumlah (ekor) |
|-------------------------------------|---------------------|--------|--------|---------------|
|                                     | 12 jam              | 24 jam | 48 jam |               |
| 0 (kontrol)                         | 0                   | 0      | 0      | 0             |
| 10 <sup>-2</sup> mgL <sup>-1</sup>  | 0                   | 0      | 0      | 0             |
| 10 <sup>-1</sup> mgL <sup>-1</sup>  | 0                   | 0      | 0      | 0             |
| 10 <sup>0</sup> mgL <sup>-1</sup>   | 0                   | 0      | 0      | 0             |
| 10 <sup>1</sup> mgL <sup>-1</sup>   | 9                   | 10     | 10     | 100           |
| 10 <sup>2</sup> mgL <sup>-1</sup>   | 10                  | 10     | 10     | 100           |

Tabel 4. Mortalitas kumulatif ikan mas pada uji toksisitas akut (LC<sub>50</sub>-96)

| Konsentrasi<br>(mgL <sup>-1</sup> ) | Σ<br>ikan | Waktu pengamatan (jam) |    |    |    |    |    |    |    |    | Mortalitas<br>(%) |
|-------------------------------------|-----------|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------------|
|                                     |           | 0                      | 2  | 4  | 6  | 12 | 24 | 48 | 72 | 96 |                   |
| 0                                   | 20        | 0                      | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0                 |
| 1,58                                | 20        | 0                      | 0  | 0  | 1  | 3  | 4  | 4  | 4  | 6  | 30                |
| 2,5                                 | 20        | 0                      | 0  | 0  | 0  | 0  | 3  | 6  | 7  | 10 | 50                |
| 3,96                                | 20        | 0                      | 0  | 0  | 0  | 5  | 7  | 7  | 10 | 15 | 75                |
| 6,27                                | 20        | 0                      | 0  | 0  | 1  | 4  | 9  | 10 | 18 | 18 | 90                |
| 9,92                                | 20        | 0                      | 10 | 10 | 10 | 19 | 20 | 20 | 20 | 20 | 100               |

#### Uji toksisitas akut (LC<sub>50</sub>-96)

Konsentrasi yang dapat mematikan setidaknya 50% hewan uji dalam periode paparan 96 jam disebut LC<sub>50</sub>. Konsentrasi yang digunakan pada penelitian ini berasal dari perhitungan logaritma pada uji pendahuluan, nilai  $n$  yaitu 10<sup>0</sup> mgL<sup>-1</sup> dan nilai  $N$  yaitu 10<sup>1</sup> mgL<sup>-1</sup>. Berdasarkan nilai ambang batas atas dan ambang batas bawah diperoleh konsentrasi untuk uji toksisitas akut sebesar 0 mgL<sup>-1</sup> (kontrol), 1,58 mgL<sup>-1</sup>, 2,5 mgL<sup>-1</sup>, 3,96 mgL<sup>-1</sup>, 6,27 mgL<sup>-1</sup>, dan 9,92 mgL<sup>-1</sup>. Data mortalitas ikan uji pada uji toksisitas akut (LC<sub>50</sub>-96) secara kumulatif dapat dilihat pada Tabel 4.

Mortalitas ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) semakin meningkat dengan semakin tingginya konsentrasi yang didedahkan pada media uji serta lama waktu pendedahan. Berdasarkan hasil perhitungan analisis probit dari data mortalitas diperoleh hasil bahwa nilai LC<sub>50</sub> insektisida karbamat (Marshal 200 EC) sebesar 1,68 mgL<sup>-1</sup>.

#### Pembahasan

Peningkatan jumlah mortalitas seiring dengan peningkatan jumlah paparan insektisida karbamat yang diberikan dan lama waktu pendedahan. Pada perlakuan kontrol, hewan uji tidak mengalami kematian karena hewan uji tidak terpapar insektisida karbamat. Kematian ikan mas pada uji toksisitas akut atau uji definitif disebabkan oleh masuknya insektisida karbamat ke dalam jaringan tubuh. Menurut Darmono (2010) masuknya insektisida ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan, yaitu melalui pencernaan dan saluran pernafasan (pengambilan dari air melalui membran insang). Pada penelitian ini, insektisida hanya masuk melalui sistem pernafasan serta kontak fisik antara sisik ikan dengan media uji. Hal ini yang menyebabkan terjadinya penghambatan enzim acetylcholinesterase (AChE) terutama pada bagian saraf pusat. Jenis racun dari insektisida karbamat adalah neurotoksin yang membuat hewan uji menja-

di lumpuh karena impuls sistem saraf pusat hewan uji sudah dirubah dari aktif menjadi nol. Menurut Lumban Batu (2017), sistem pelumpuhan enzim acetylcholinesterase (AchE) oleh insektisida adalah dengan menurunkan aktivitas enzim acetylcholinesterase (AchE) sampai nol sehingga tidak mampu lagi mengirimkan impuls saraf dari satu synaps ke synaps yang lain dan akan memutuskan impuls saraf. Ketika impuls saraf sudah terputus maka hewan uji akan mengalami kematian.

Tingkat konsentrasi dan periode paparan insektisida karbamat juga dapat memberikan efek pada kematian ikan. Menurut Rumampuk *et al.* (2010) dan Yulaipi & Aunurohim (2013), semakin lama waktu paparan suatu toksikan terhadap hewan uji berikut dengan dosis yang semakin tinggi saat dipaparkan akan memberikan pengaruh terhadap hewan uji, salah satunya yakni kematian.

Tingkah laku ikan mas yang akan mati akibat terpapar oleh insektisida karbamat (Marshal 200 EC) selama percobaan berlangsung ditandai dengan terbuka lebarnya operkulum, ikan sering berada di permukaan air atau pun berada di bawah dekat dengan mesin pompa air yang terpasang di akuarium, dan berenang dalam kondisi terbalik. Hasil pengamatan fisiologis yang dilakukan pada penelitian ini mendukung pernyataan Hejduk & Svobodova (1979), Shah (2010), dan Singh (2013) bahwa dampak dari paparan toksikan terhadap organisme hidup, khususnya ikan mas, dapat diketahui dengan melihat tingkah laku ikan tersebut, seperti hilangnya keseimbangan, gerakan yang tidak terkendali diikuti oleh perubahan postur tubuh yang tidak normal, menggelepar, berenang di permukaan air, dan lumpuh.

Pada penelitian ini, diperoleh nilai  $LC_{50-96}$  insektisida karbamat (Marshal 200 EC) bahan aktif karbosulfan yaitu sebesar  $1,68 \text{ mgL}^{-1}$ .

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat diketahui bahwa konsentrasi insektisida karbamat (Marshal 200 EC) yang dapat membunuh 50% hewan uji selama periode paparan 96 jam adalah konsentrasi  $1,68 \text{ mgL}^{-1}$ . Berdasarkan kriteria daya racun *lethal* pestisida yang ada, insektisida karbamat (Marshal 200 EC) yang memiliki nilai  $LC_{50}$  sebesar  $1,68 \text{ mgL}^{-1}$  merupakan insektisida dengan daya racun yang tinggi terhadap ikan mas sebagai hewan uji. Hal ini mengacu pada Komisi Pestisida (1983) yang menyatakan bahwa apabila nilai  $LC_{50-96}$  suatu bahan pestisida berada pada rentang  $1-10 \text{ mgL}^{-1}$  maka tingkat daya racun pestisida tersebut tinggi.

Nilai  $LC_{50}$  berbagai jenis insektisida terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) juga telah dilaporkan sebelumnya. Farida (2007) melaporkan bahwa nilai  $LC_{50}$  insektisida karbamat (Marshal 200 EC) terhadap ikan mas dengan ukuran 3-5 cm (*Cyprinus carpio* L.) adalah  $1,3914 \text{ mgL}^{-1}$ . Rudiyaniti & Ekasari (2009) mengungkapkan bahwa nilai  $LC_{50}$  insektisida Regent 0,3 G sebesar  $0,84 \text{ mgL}^{-1}$ . Terdapat perbedaan nilai  $LC_{50}$ , hal ini diduga karena adanya perbedaan ukuran hewan uji. Pada penelitian Farida (2007) digunakan ikan mas yang ukurannya sekitar 3-5 cm, sedangkan penelitian ini menggunakan benih ikan mas yang sudah seukuran dua jari dengan panjang 6-8 cm. Menurut Guedenon *et al.* (2012), perbedaan nilai  $LC_{50}$  yang terjadi antara dua penelitian atau lebih merupakan hal yang biasa, ini diakibatkan karena adanya perbedaan ukuran hewan uji serta perbedaan bahan aktif yang terdapat dalam suatu toksikan yang digunakan pada tiap penelitian. Hasil penelitian ini mendukung pernyataan Clasen *et al.* (2012), Noorhosseini-Niyaki & Allahyari (2012), dan Berg *et al.* (2017) bahwa insektisida karbamat sangat beracun bagi ikan mas (*Cyprinus carpio* L.).

## Simpulan

Nilai toksisitas akut (LC<sub>50</sub>-96) insektisida karbamat (Marshal 200 EC) berbahan aktif karbosulfan pada ikan mas sebesar 1,68 mgL<sup>-1</sup>. Insektisida dengan nilai toksisitas akut tersebut dapat dikategorikan sebagai toksikan dengan daya racun yang tinggi. Untuk melengkapi penelitian mengenai uji toksisitas akut insektisida karbamat (Marshal 200 EC) perlu dilakukan penelitian lebih lanjut guna melihat efek toksikan terhadap organ ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) serta batas aman mengenai tingkat konsumsi ikan mas yang sudah tercemar oleh insektisida tersebut.

## Daftar pustaka

- [APHA] American Public Health Association. 1989. Standard methods for the examination of water and wastewater. 17th ed. APHA, AWWA (American Water Works Association) and WPCF (Water Pollution Control Federation). Washington DC p. 3464.
- Agah H, Leermakers M, Elskens M, Fatemi SMR, Baeyens W. 2009. Accumulation of trace metals in the muscles and liver tissues of five fish species from Persian Gulf. *Environmental Monitoring and Assessment*, 157(1): 499-514.
- Al-Attar AM. 2005. Changes in haematological parameters of the fish, *Oreochromis niloticus* treated with sublethal concentration of cadmium. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8(3): 421-424.
- Berg H, Söderholm AE, Söderström AS, Tam NT. 2017. Recognizing wetland ecosystem services for sustainable rice farming in the Mekong Delta, Vietnam. *Sustainability Science*, 12(1): 137-154.
- Clasen B, Loro VL, Cattaneo R, Moraes BL, de Avila LA, Zanella R, Reimche GB, Baldisserotto B. 2012. Effects of the commercial formulation containing fipronil on the non-target organism *Cyprinus carpio* : Implications for rice-fish cultivation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 77(1):45-51.
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI-Press, Jakarta. 134 p.
- de Menezes CC, Leitemperger J, Santi A, Lópes T, Veiverberg CA, Peixoto S, Adaime MB, Zanella R, Barbosa NBV, Loro VL. 2012. The effects of diphenyl diselenide on oxidative stress biomarkers in *Cyprinus carpio* exposed to herbicide quinclorac (Facet®). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 81(1):91-97.
- Elia AC, Prearo M, Pacini N, Dorr AJM, Abete MC. 2011. Effects of selenium diets on growth, accumulation and antioxidant response in juvenile carp. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 74(1): 166-173.
- Farida R. 2007. Pengaruh Marshal 200 EC terhadap tingkat penetasan telur (*hatching rate*) ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) strain punten. Diakses pada <http://library.um.ac.id/free-contents/index.php/pub/detail/pengaruh-marshall-200-ec-terhadap-tingkat-penetasan-telur-hatching-rate-ikan-mas-cyprinus-carpio-l-strain-punten-oleh-ratna-farida-32541.html>, (diakses tanggal 02 Maret 2018)
- Finney DJ. 1971. *Probit Analysis*. Cambridge University Press, New York. 245 p.
- Gluszczak L, Loro VL, Pretto A, Moraes BS, Raabe A, Duarte MF, da Fonseca BM, de Menezes CC, Valladão DMDS. 2011. Acute exposure to glyphosate herbicide affects oxidative parameters in piava (*Leporinus obtusidens*). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 61(4): 624-630.
- Guedenon P, Edorh AP, Hounkpatin ASY, Alimba CG, Ogunkanmi A, Nwokejiege EG, Boko M. 2012. Acute toxicity of mercury (HgCl<sub>2</sub>) to African Catfish, *Clarias gariepinus*. *Research Journal of Chemical Sciences*, 2(3):41-45.
- Halwart M, Gupta MV. 2004. *Culture of Fish in Rice Fields*. FAO and the World Fish Center. 85 p.
- Hejduk J, Svobodova Z. 1979. Acute toxicity of carbamate-based pesticide for fish. *Acta Veterinaria Brno*, 49 (1): 251-257
- Hendri M, Gusti D, Jetun T 2010. Konsentrasi letal (LC<sub>50</sub>-48 jam) logam tembaga (Cu) dan logam kadmium (Cd) terhadap tingkat mortalitas juwana kuda laut (*Hippocampus* spp.). *Jurnal Penelitian Sains*, 13(1): 26-30

- Huet M. 1971. *Textbook of Fish Culture*. Fishing News Book Ltd, London. 436 p.
- Hora SL, Pillay TVR. 1962. *Handbook on Fish Culture in the Indo-Pacific Region*. FAO Fisheries Biology Technical. 204 p.
- Indraningsih. 2008. Pengaruh penggunaan insektisida karbamat terhadap kesehatan ternak dan produknya. *Wartazoa*, 18(2): 101-114.
- Komisi Pestisida. 1983. *Pedoman Umum Pengujian Laboratorium Toksisitas Lethal Pestisida pada Ikan untuk Keperluan Pendaftaran*. Departemen Pertanian, Jakarta. 24 p
- Lumban Batu DF. 2017. *Ekotoksikologi Perairan*. IPB Press. Bogor. 236 p.
- Mabuchi K, Miya M, Senou H, Suzuki T, Nishida M. 2006. Complete mitochondrial DNA sequence of the Lake Biwa wild strain of common carp (*Cyprinus carpio* L.): further evidence for an ancient origin. *Aquaculture*, 257(1): 68-77.
- Moreno-Hernández D, de la Casa-Resino I, Flores JM, González-Gómez MJ, Neila CM, Soler F, Pérez-López M. 2014. Different enzymatic activities in carp (*Cyprinus carpio* L.) as potential biomarkers of exposure to the pesticide methomyl. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*, 65(1): 311-318.
- Noorhosseini-Niyaki SA, Allahyari MS. 2012. Logistic regression analysis on factors affecting adoption of rice-fish farming in North Iran. *Rice Science*, 19(2): 153-160.
- Rossi SC, da Silva MD, Piancini LDS, Ribeiro CAO., Cestari MM, de Assis HCS. 2011. Sublethal effects of waterborne herbicides in tropical freshwater fish. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 87(6): 603-607.
- Rudiyanti S, Ekasari AD. 2009. Pertumbuhan dan survival rate ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) pada berbagai konsentrasi pestisida regent 0,3 G. *Jurnal Saintek Perikanan*, 5(1): 49-54.
- Rumampuk ND, Tilaar S, Wullur S. 2010. Median lethal concentration (LC<sub>50</sub>) insektisida diklorometan pada nener bandeng (*Chanos chanos* Forsskal). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 6(2): 87-91.
- Shah LS. 2010. Hematological changes in *Tinca tinca* after exposure to lethal and sublethal doses of mercury, cadmium, and lead. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 9(3): 434-443.
- Singh RM. 2013. Acute toxicity of an organophosphate, dimethoate to an air breathing fish, *Colisa fasciatus* (Bl. & Schn.). *Indian Journal of Scientific Research*, 4(1): 97-100.
- Storelli MM. 2008. Potential human health risks from metals (Hg, Cd, and Pb) and polychlorinated biphenyls (PCBs) via seafood consumption: estimation of target hazard quotients (THQs) and toxic equivalents (TEQs). *Food and Chemical Toxicology*, 46(8): 2782-2788.
- Taufik I. 2011. Pencemaran pestisida pada perairan perikanan di Sukabumi-Jawa Barat. *Media Akuakultur*, 6(1): 69-75.
- Taufik I, Setiadi E. 2012. Toksisitas serta potensi bioakumulasi dan bioeliminasi insektisida endosulfan pada ikan mas (*Cyprinus carpio* L.). *Jurnal Riset Akuakultur*, 7(1): 131-143.
- Tarwotjo U, Situmorang J, Soesilohadi RCH, Martono E. 2014. Monitoring resistensi populasi *Plutella xylostella*, L terhadap residu emamektin benzoat di Sentra Produksi Tanaman Kubis Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(2): 202-212.
- Tyas NM. 2016. Uji toksisitas letal Cr<sup>6+</sup> terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(2): 128-132.
- [US-EPA] United States Environmental Protection Agency. 2002. *Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluent and Receiving Waters To Freshwater and Marine Organisms*. 5<sup>th</sup> edition. U.S. Environmental Protection Agency. Washington D.C. United States. 266 p.
- Yulaipi S, Aunurohim. 2013. Bioakumulasi logam berat timbal (Pb) dan hubungannya dengan laju pertumbuhan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(2): 2337-3520.

## Biologi reproduksi ikan tongkol komo, *Euthynnus affinis* (Cantor, 1849) di Samudra Hindia Bagian Timur

[Reproductive biology of kawakawa, *Euthynnus affinis* (Cantor, 1849) in Eastern Indian Ocean]

Rani Ekawaty<sup>1✉</sup>, Irwan Jatmiko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi MSP, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana  
Bukit Jimbaran, Bali 80361

<sup>2</sup>Loka Riset Perikanan Tuna, Jl. Mertasari 140 Denpasar, Bali 80224

Diterima: 21 Oktober 2017; Disetujui: 14 Agustus 2018

### Abstrak

Tongkol komo (*Euthynnus affinis*) merupakan salah satu jenis ikan ekonomis penting bagi nelayan di Denpasar, Bali. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis biologi reproduksi ikan tongkol komo seperti tingkat kematangan gonad (TKG), indeks kematangan gonad (IKG) dan panjang proporsi matang gonad 50% ( $L_{50}$ ) dan 95% ( $L_{95}$ ) tongkol komo di Samudra Hindia Bagian Timur. Contoh ikan dikumpulkan dari hasil tangkapan nelayan yang didaratkan di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Kedonganan, Bali dari bulan Mei hingga September 2016. Jumlah contoh ikan yang dikumpulkan sebanyak 168 ekor, masing-masing diukur panjang cagak, bobot individu, bobot gonad dan penetapan TKG. Data yang diperoleh dianalisis untuk menentukan TKG, IKG dan proporsi matang gonad. Hasil penelitian diperoleh panjang cagak berkisar antara 26-55 cm dengan rata-rata 38 cm dan didominasi kelas panjang 28 cm. Tingkat kematangan gonad ikan didominasi oleh TKG III (38%), kemudian diikuti oleh TKG II (26%), TKG I (22%) dan TKG IV (14%). Rata-rata indeks kematangan gonad sebesar 0,558 dengan kisaran 0,009-5,075. Proporsi Panjang matang gonad 50% dan 95% berturut-turut adalah 48,4 cm dan 55,7 cm. Perlu dilakukan pengaturan penangkapan sehingga 50% ikan yang tertangkap sudah pernah memijah.

Kata penting: tingkat kematangan gonad, indeks kematangan gonad, musim pemijahan

### Abstract

Kawakawa (*Euthynnus affinis*) is one of the economically important fish species for fishermen in Denpasar, Bali. The objective of this study was to analyze the reproductive biology of kawakawa such as the gonadal maturity level (GML), gonad maturity index (GMI) and the length proportion of the mature gonads 50% ( $L_{50}$ ) and 95% ( $L_{95}$ ) of kawakawa in the Eastern Indian Ocean. Fish samples were collected from the fishermen catch landed at Kedonganan Fishing Port (PPI), Bali from May to September 2016. The total of fish samples collected were 168 individual. Each individual species was measured their fork length (FL), individual weight, gonad weight and determination of gonadal maturity level. The data obtained were analyzed to determine GML, GMI and proportions of gonads mature. The results showed that the fork length ranged from 26-55 cm with an average of 38 cm and dominated by a 28 cm. The maturity level of fish gonads was dominated by GML III (38%), followed by GML II (26%), GML I (22%) and GML IV (14%), respectively. The average gonad maturity index was 0.558 with a range of 0.009-5.075. The length of gonad matured in proportion 50% and 95% was 48.4 cm and 55.7 cm, respectively. It is suggested to regulating in fishing capture of kawakawa so that 50% of the fish caught have spawned.

Keywords: maturity stage, gonado somatic index, spawning season

### Pendahuluan

Tongkol komo, *Euthynnus affinis* (Cantor, 1849) merupakan salah satu dari enam spesies yang tergabung dalam kelompok tuna neritik (*neritic tuna*). Selain tongkol komo, spesies lain yang tergabung dalam kelompok tuna neritik adalah tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*), tongkol krai (*Auxis thazard*), tongkol lisong (*Auxis rochei*), tenggiri (*Scomberomorus commerson*)

dan tenggiri papan (*Scomberomorus guttatus*) (Herrera & Pierre 2009).

Rata-rata produksi ikan tuna neritik di Samudra Hindia mencapai lebih dari 600 ribu ton per tahun. Kelompok tuna neritik masuk dalam mandat *Indian Ocean Tuna Commission* (IOTC) untuk melakukan telaah dan kajian dalam rangka menjaga kelestarian stok tuna neritik di Samudra Hindia. Dari nilai produksi tersebut, tongkol komo merupakan yang terbesar dengan rata-rata

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: [rani.ekawaty@unud.ac.id](mailto:rani.ekawaty@unud.ac.id)

produksi tahunan mencapai hampir 159 ribu ton (26%). Nilai ini hampir sama dengan rata-rata produksi tongkol abu-abu sebesar 157 ribu ton (25%) dan tenggiri papan sebesar 151 ribu ton (24%) (IOTC 2017).

Produksi tongkol komo di Indonesia juga merupakan yang terbesar dibandingkan spesies yang lain dalam kelompok tuna neritik. Dalam kurun waktu 2004-2014, produksi tuna neritik mencapai lebih dari 6 juta ton. Dari nilai tersebut, tongkol komo (*E. affinis*) berkontribusi sebesar 1,6 juta ton (26%). Angka ini diikuti produksi tongkol krai (*A. thazard*) sebesar 1,5 juta ton (25%), tenggiri (*S. commerson*) sebesar 1,4 juta ton (23%), tongkol abu-abu (*T. tonggol*) sebesar 1,1 juta ton (19%), tenggiri papan (*S. guttatus*) sebesar 263 ribu ton (4%), dan tongkol lisong (*A. rochei*) sebesar 116 ribu ton (2%) (DJPT 2015).

Saat ini, status stok tongkol komo di Samudra Hindia masih dalam kondisi sehat (*not overfished and not subject to overfishing*) (IOTC 2017). Namun dengan meningkatnya permintaan produk tuna neritik dan tingginya tekanan penangkapan akan berdampak buruk terhadap kondisi stok spesies ikan (King 2010). Oleh karena itu, diperlukan langkah preventif untuk menjaga kelestarian stok ikan tongkol komo. Salah satu informasi dasar untuk mendukung pengelolannya adalah aspek biologi reproduksi spesies tersebut.

Informasi tentang aspek biologi reproduksi ikan berperan penting untuk mengetahui tingkat produktivitas populasi ikan dan perubahan kondisi lingkungan perairan (Murua & Motos 2006, Morgan *et al.* 2009). Selain itu, informasi panjang pada saat 50% populasi matang gonad ( $L_{50}$ ) dan 95% populasi matang gonad ( $L_{95}$ ) juga dapat menjadi indikator daya tahan (*resistence*)

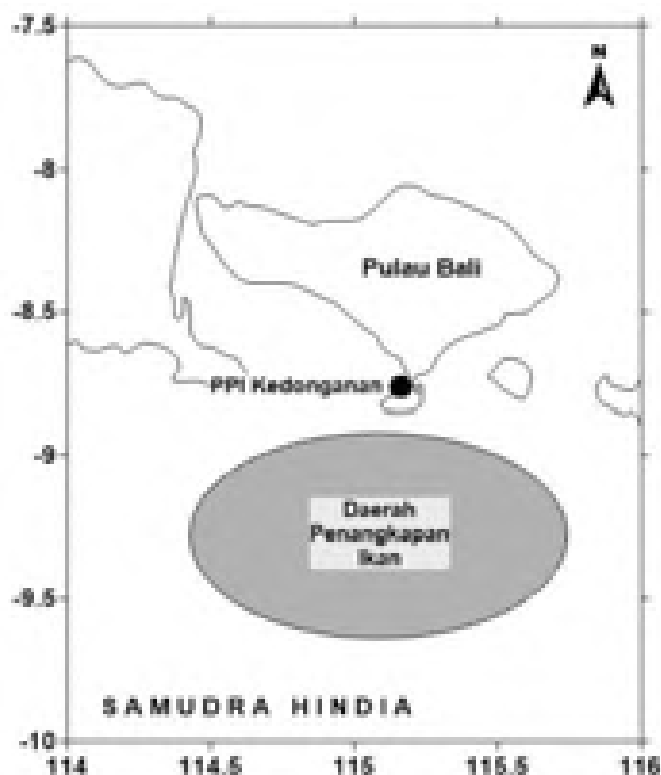
populasi terhadap tekanan penangkapan (Chuwen *et al.* 2011, Lappalainen *et al.* 2016). Informasi tersebut juga dapat digunakan untuk mengestimasi nisbah potensial pemijahan (*spawning potential ratio*) sebagai indikator untuk menilai status stok spesies ikan (Hordyk *et al.* 2015).

Penelitian tentang biologi reproduksi tongkol komo telah dilakukan di beberapa lokasi. Beberapa diantaranya dilakukan di perairan Laut Jawa (Masuswo & Widodo 2016, Hidayat *et al.* 2016) dan di perairan Selat Sunda (Ardelia *et al.* 2016). Namun di Samudra Hindia bagian Timur, khususnya di perairan selatan Bali, penelitian biologi reproduksi tongkol komo belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aspek biologi reproduksi tongkol komo yaitu: tingkat kematangan gonad, indeks kematangan gonad, panjang pada saat proporsi 50% ( $L_{50}$ ) dan 95% ( $L_{95}$ ) matang gonad serta panjang ikan kali pertama tertangkap ( $L_c$ ).

## Bahan dan metode

Sampel tongkol komo betina diperoleh dari hasil tangkapan armada penangkap ikan yang beroperasi di Samudra Hindia Bagian Timur di selatan Bali. Pengambilan sampel ikan dilakukan di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Kedonganan, Denpasar, Bali (Gambar 1) dari bulan Mei-September 2016.

Sampel ikan tongkol komo betina diukur panjang cagak (cm) dan ditimbang bobotnya (g) serta gonad diambil untuk ditimbang (g). Sampel yang digunakan dalam penelitian ini hanya yang betina karena ikan betina lebih berperan terhadap jumlah individu anakan ikan yang dihasilkan. Penentuan tingkat kematangan gonad (TKG) secara visual berdasarkan kriteria TKG menurut Cassie *in* Effendie (1997) (Tabel 1).



Gambar 1. Daerah penangkapan ikan dan lokasi pengambilan sampel gonad ikan tongkol komo betina yang didaratkan di PPI Kedonganun, Bali

Tabel 1. Kriteria tingkat kematangan gonad menurut Cassie *in* Effendie (1997)

| TKG | Gonad betina                                                                                                                                       |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I   | Ovari seperti benang, panjang sampai ke depan rongga tubuh. Permukaan ovari licin.                                                                 |
| II  | Ukuran ovari lebih besar. Pewarnaan lebih gelap kekuningan. Telur belum terlihat jelas dengan mata.                                                |
| III | Ovari bewarna kuning dan secara morfologi telur mulai kelihatan butirnya dengan mata.                                                              |
| IV  | Ovari makin besar. Telur bewarna kuning dan mudah dipisahkan. Butir minyak tidak tampak. Ovari mengisi 1/2 sampai 2/3 rongga perut, usus terdesak. |
| V   | Ovari berkerut, dinding tebal, butir telur sisa terdapat di dekat pelepasan. Banyak telur seperti pada tingkat II.                                 |

Indeks kematangan gonad dianalisis dengan rumus IKG dari Strum (1978):

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

Keterangan: IKG= Indeks kematangan gonad, Bg= bobot gonad (gram), Bt= bobot total ikan (gram)

Panjang 50% dan 95% matang gonad menggunakan rumus proporsionalitas dari King (2010):

$$P = (1 + \exp^{-r * (L-Lm)})$$

Keterangan: P= proporsi matang gonad pada tiap-tiap kelas panjang cagak, r= nilai kemiringan kurva, L= panjang cagak (cm), Lm= panjang matang gonad (50% & 95%)

Ukuran panjang ikan kali pertama tertangkap atau *length at first captured* (Lc) dihitung melalui persamaan Kerstan (1985):

$$Y = \frac{100}{1 + a * e^{-bx}}$$

Keterangan: Y= proporsi tertahan pada setiap titik kelas panjang (%), a= koefisien intersep, b= slope, e= eksponensial, x = ukuran kali pertama tertangkap (Lc)

Dalam analisis ini digunakan dua kriteria kematangan gonad yaitu kelompok belum matang gonad (TKG I, II & III) dan kelompok matang gonad (TKG IV)

### Hasil

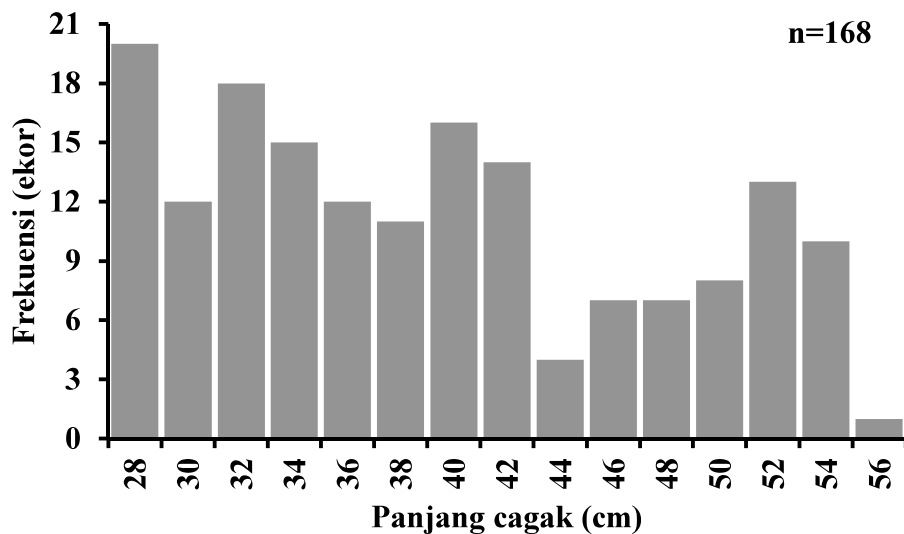
Total sebanyak 168 ekor tongkol komo betina dikumpulkan selama 5 bulan dari Mei hingga September 2016. Panjang cagak tongkol komo berkisar antara 26-55 cm dengan rata-rata 38 cm dan didominasi kelas panjang 28 cm (Gambar 2).

Pengamatan visual menunjukkan tongkol komo yang tertangkap berada fase TKG I hingga TKG IV dan tidak ada ikan dengan TKG V.

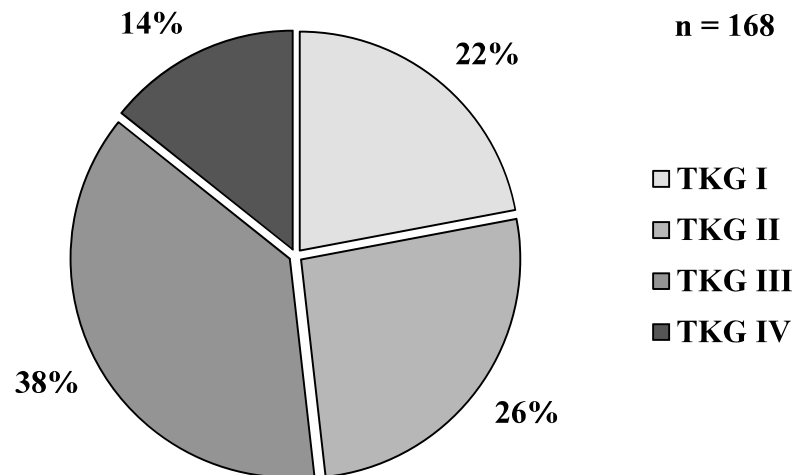
Tingkat kematangan gonad tongkol komo yang tertangkap didominasi oleh TKG III sebesar 38%, diikuti oleh TKG II (26%), TKG I (22%) dan TKG IV (14%) (Gambar 3).

Persentase tingkat kematangan gonad pada masing-masing kelas panjang diketahui bahwa TKG I terjadi pada panjang cagak 28-36 cm, TKG II pada panjang cagak 28-44 cm, TKG III pada panjang cagak 34-54 cm dan TKG IV pada panjang cagak 42-56 cm (Gambar 4).

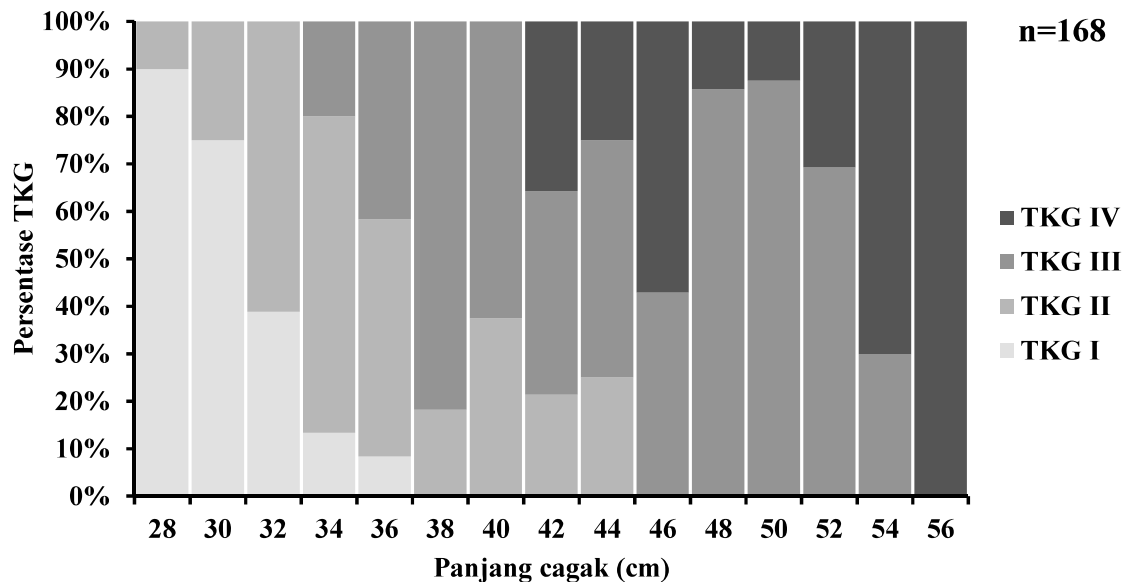
Sebaran TKG tongkol komo di perairan selatan Bali tiap bulan menunjukkan bahwa ikan-ikan dewasa mendominasi dari bulan Mei hingga Agustus, sedangkan ikan-ikan kecil mendominasi hanya pada bulan September (Tabel 2).



Gambar 2. Frekuensi panjang tongkol komo (*E. affinis*) di perairan selatan Bali pada bulan Mei sampai September 2016



Gambar 3. Persentase tingkat kematangan gonad tongkol komo di perairan selatan Bali pada bulan Mei - September 2016



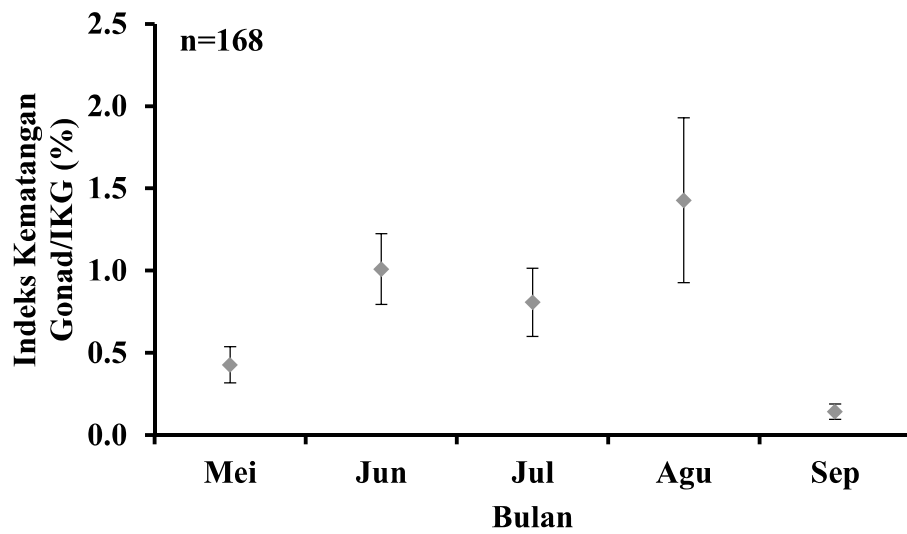
Gambar 4. Tingkat kematangan gonad tongkol komo di perairan selatan Bali pada bulan Mei - September 2016 berdasarkan kelas panjang cagak.

Tabel 2. Sebaran tingkat kematangan gonad tongkol komo di perairan selatan Bali tiap bulan pada Mei - September 2016

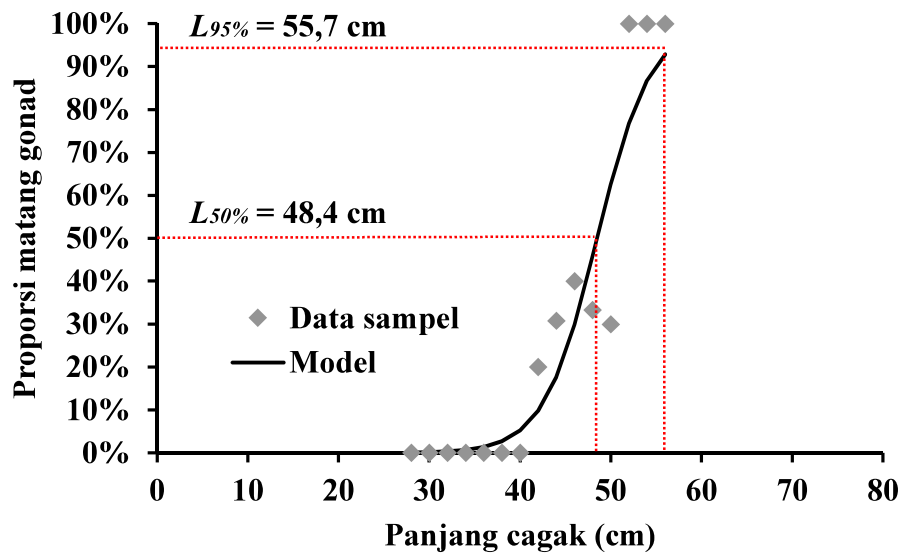
| TKG (%) | Mei   | Juni | Juli  | Agustus | September |
|---------|-------|------|-------|---------|-----------|
| I       | 0     | 0    | 0     | 0       | 56,06     |
| II      | 30    | 10   | 13,33 | 16,67   | 39,39     |
| III     | 53,33 | 70   | 63,33 | 33,33   | 4,55      |
| IV      | 16,67 | 20   | 23,33 | 50      | 0         |

Sebaran IKG tiap bulan menunjukkan bahwa IKG tertinggi terjadi pada bulan Agustus

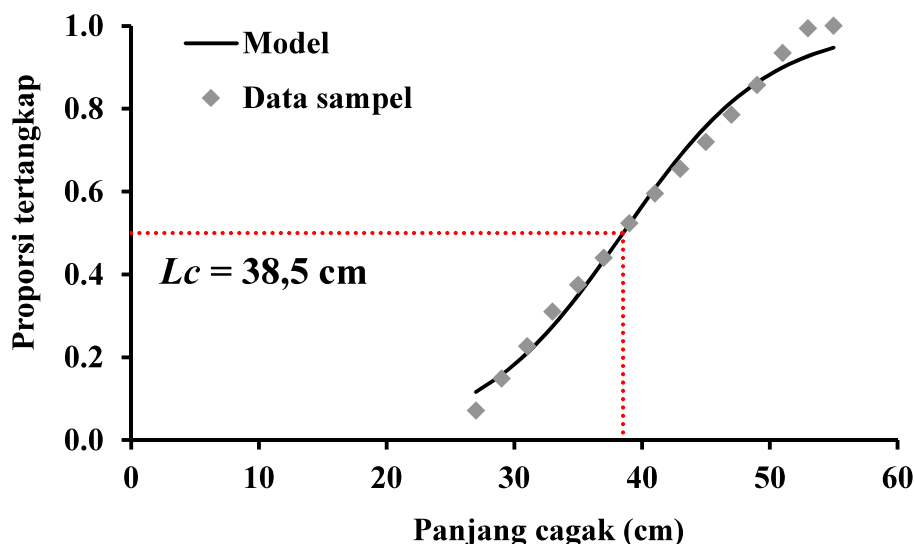
sebesar 1,430 sedangkan terendah terjadi pada bulan September sebesar 0,046 (Gambar 5). Panjang proporsi matang gonad 50% ( $L_{50}$ ) dan 95% ( $L_{95}$ ) masing masing secara berurutan adalah 48,4 cm dan 55,7 cm (Gambar 6) dan ukuran pertama kali tertangkap ( $L_c$ ) terjadi pada panjang cagak 38,5 cm (Gambar 7).



Gambar 5. Sebaran IKG bulanan tongkol komo dari bulan Mei sampai September 2016



Gambar 6. Rata-rata ukuran kali pertama ikan matang gonad ikan tongkol komo di perairan selatan Bali



Gambar 7. Ukuran kali pertama tertangkap ( $L_c$ ) tongkol komo (*E. affinis*) di perairan selatan Bali

### Pembahasan

Tongkol komo yang didaratkan di PPI Kedondongan memiliki panjang cagak antara 26-55 cm. Kisaran ini hampir sama dengan beberapa penelitian tongkol komo sebelumnya di Laut Jawa dengan kisaran 27-58 cm (Masuswo & Widodo 2016) dan 38-52 cm (Hidayat *et al.* 2016), di perairan Barat Sumatera dengan kisaran panjang 30-60 cm (Jatmiko *et al.* 2014) dan di Selat Malaka dengan kisaran 16-58 cm (Jamon *et al.* 2016). Kisaran panjang ini sedikit berbeda dengan tongkol komo yang tertangkap di perairan Tanzania dengan kisaran panjang cagak yang lebih tinggi yaitu 31-85 cm (Johnson & Tamata-mah 2013). Perbedaan ukuran panjang ini dapat disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan perairan (Jonsson & Jonsson 2014) di mana kondisi lingkungan yang buruk dapat menghambat pertumbuhan spesies ikan (Effendie 1997).

Penelitian tentang biologi reproduksi kelompok tuna beberapa telah dilakukan di perairan Samudra Hindia seperti tuna mata besar (Faizah & Prisantoso 2010), madidihang (Andamari *et al.* 2012) dan cakalang (Jatmiko *et al.* 2015). Beberapa penelitian tentang aspek biologi reproduksi

tongkol komo telah dilakukan di perairan Laut Jawa (Masuswo & Widodo 2016, Hidayat *et al.* 2016) dan di perairan Selat Sunda (Ardelia *et al.* 2016). Terdapat kemiripan waktu berlangsungnya musim pemijahan tongkol komo di kedua wilayah tersebut di mana tongkol komo di Laut Jawa dan Selat Sunda diduga mengalami pemijahan dari bulan Mei hingga Agustus setiap tahunnya.

Tingkat Kematangan Gonad (TKG) tongkol komo didominasi oleh ikan yang belum matang gonad (TKG I, II & III) sebesar 85% sehingga mayoritas ikan yang tertangkap oleh nelayan belum matang gonad. Hal ini tidak baik bagi pengelolaan perikanan tongkol komo karena idealnya ikan yang tertangkap perlu memijah minimal satu kali sebelum tertangkap untuk melanjutkan keturunan (Farley *et al.* 2013). Penelitian Schaefer (2001) menjelaskan bahwa satu individu kelompok tuna mengeluarkan telur secara bertahap dalam satu musim pemijahan (*partial spawner*). Hal ini perlu dibuktikan lebih lanjut dengan pengukuran diameter telur tongkol komo.

Proporsi matang gonad tongkol komo tertinggi terjadi pada bulan Agustus sebesar 50%.

Diikuti oleh bulan Juli dan Juni dengan masing-masing secara berurutan sebesar 23% dan 20%. Meskipun demikian, penelitian dengan rentang waktu yang lebih lama (satu tahun) perlu dilakukan untuk mengetahui nilai IKG tongkol komo pada seluruh bulan. Berdasarkan analisis sebaran modus diameter telur, tongkol komo di Laut Jawa memiliki strategi reproduksi beberapa kali memijah dengan musim pemijahan terjadi pada bulan Juni-Agustus (Hidayat *et al.* 2016).

Panjang proporsi matang gonad 50% ( $L_{50}$ ) dan 95% ( $L_{95}$ ) tongkol komo masing-masing secara berurutan adalah 48,4 cm dan 55,7 cm.  $L_{50}$  sering disebut sebagai panjang kali pertama matang gonad ( $L_m$ ). Nilai ini sangat penting untuk mengetahui panjang suatu populasi ikan mulai matang gonad (Hossain *et al.* 2016). Panjang proporsi matang gonad 95% ( $L_{95}$ ) tongkol komo belum pernah dilakukan penelitian sebelumnya. Padahal nilai ini dapat digunakan untuk mengestimasi rasio potensial pemijahan sebagai indikator untuk menilai status stok spesies ikan (Horzyk *et al.* 2015). Hanya sekitar 15% ikan yang tertangkap dalam penelitian ini telah mengalami matang gonad. Selain itu, nilai panjang kali pertama tertangkap ( $L_c$ ) sebesar 38,5 cm juga lebih kecil daripada panjang kali pertama matang gonad ( $L_m$ ) sebesar 48,4 cm. Kondisi ini tidak baik bagi pengelolaan perikanan tongkol komo secara berkelanjutan karena ikan yang tertangkap diindikasikan belum melakukan pemijahan. Hal ini sangat mengancam sumber daya tongkol komo karena spesies ikan perlu melakukan regenerasi minimal sekali sebelum mati atau tertangkap untuk menjamin kelestariannya (King 2010).

Panjang kali pertama tongkol komo di Samudra Hindia Bagian Timur matang gonad lebih panjang daripada spesies yang sama di perairan Laut Jawa dengan panjang cagak 43,2 cm (Masuswo & Widodo 2016), Selat Sunda dengan

panjang cagak 40,7 cm (Ardelia *et al.* 2016), Selat Malaka dengan panjang cagak 43 cm (Jamon *et al.* 2016) dan Samudra Hindia Bagian Barat dengan panjang total 47 cm (Johnson & Tamamah 2013).

## Simpulan

Tongkol komo yang tertangkap di Samudra Hindia Bagian Timur didominasi oleh ikan yang belum matang gonad. Rerata panjang cagak lebih kecil daripada proporsi matang gonad 50%, sehingga sebagian besar ikan yang tertangkap belum pernah melakukan pemijahan. Kondisi ini tidak baik bagi pengelolaan perikanan karena belum terjadi regenerasi populasi tongkol komo di Samudra Hindia Bagian Timur.

## Persantunan

Penelitian ini merupakan kelanjutan dari Hibah Dosen Muda Universitas Udayana T.A 2015. Penulis mengucapkan terima kasih kepada nelayan dan pedagang ikan di PPI Kedonganan, Bali yang membantu pengumpulan sampel ikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada saudara Herjon, Chika, Vera, dan Adit yang telah membantu dalam pengumpulan dan analisis sampel ikan.

## Daftar pustaka

- Andamari R, Hutapea JH, Prisantoso BI. 2012. Aspek reproduksi ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(1): 89-96.
- Ardelia V, Vitner Y, Boer M. (2016). Biologi reproduksi ikan tongkol *Euthynnus affinis* di perairan Selat Sunda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 8(2): 689-700.
- Chuwen BM, Potter IC, Hall NG, Hoeksema SD, Laurenson LJB. 2011. Changes in catch rates and length and age at maturity, but not growth, of an estuarine plotosid (*Cnidoglanis macrocephalus*) after heavy fishing. *Fishery Bulletin*, 109(3): 247-260.

- Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap (DJPT). 2015. *Statistik Perikanan Tangkap Indonesia Tahun 2014*. Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap, Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, Jakarta, Indonesia. 427 p.
- Effendie MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta. 163 p.
- Faizah R, Prisantoso BI. 2010. Biologi reproduksi tuna mata besar (*Thunnus obesus*) yang tertangkap di Samudera Hindia. *Jurnal Bawal*, 3(2): 129-137.
- Farley JH, Williams AJ, Hoyle SD, Davies CR, Nicol SJ. 2013. Reproductive dynamics and potential annual fecundity of south pacific albacore tuna (*Thunnus alalunga*). *Plos One*, 8(4): e60577.
- Herrera M, Pierre L. 2009. Status of IOTC databases for neritic tunas. *IOTC-2009-WPDCS-06*. 46 pp.
- Hidayat T, Febrianti E, Restiansih YH. 2016. Pola dan musim pemijahan ikan tongkol komo (*Euthynnus affinis* Cantor, 1850) di Laut Jawa. *Jurnal Bawal*, 8(2): 101-108.
- Hordyk A, Ono K, Sainsbury K, Loneragan N, Prince J. 2015. Some explorations of the life history ratios to describe length composition, spawning-per-recruit, and the spawning potential ratio. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1): 204-216.
- Hossain MY, Hossen MA, Islam MM, Pramanik MNU, Nower F, Paul AK, Hameed HMA, Rahman MM, Kaushik G, Bardoloi S. 2016. Biometric indices and size at first sexual maturity of eight alien fish species from Bangladesh. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 42(3): 331-339.
- Indian Ocean Tuna Commission (IOTC). 2017. Report of the 7<sup>th</sup> Session of the IOTC Working Party on Neritic Tunas. *IOTC-2017-WPNT07-R[E]*. 93 pp.
- Jamon S, Faizal EM, Basir S. 2016. Fishery, biology and population characteristics of kawakawa in Perlis the west coast of Peninsular Malaysia. *Indian Ocean Tuna Commission IOTC-2016-Working Party on Neritic Tuna 06-15*: 1-16.
- Jatmiko I, Hartaty H, Bahtiar A. 2015. Biologi reproduksi cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Samudra Hindia Bagian Timur. *Bawal*, 7(2): 87-94.
- Jatmiko I, Sulistyaningsih R, Nugroho D. 2014. Laju pertumbuhan, laju kematian dan eksploitasi ikan tongkol komo, *Euthynnus affinis* (Cantor 1849), di perairan Samudra Hindia Barat Sumatera. *Bawal*. 6(2): 69-76.
- Johnson MG, Tamatamah AR. 2013. Length frequency distribution, mortality rate and reproductive biology of kawakawa (*Euthynnus affinis* Cantor, 1849) in the coastal waters of Tanzania. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 16(21): 1270-1278.
- Jonsson B, Jonsson N. 2014. Early environment influences later performance in fishes. *Journal of Fish Biology*, 85(2): 151-188.
- Kerstan M. 1985. Age, growth, maturity and mortality estimates of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the waters west of Great Britain and Ireland in 1984. *Archiv fur Fischereiwissenschaft*, 36(2): 115-154.
- King M. 2010. *Fisheries Biology, Assessment and Management, Second Edition*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, England. 381 p.
- Lappalainen A, Saks L, Sustar M, Heikinheimo O, Jurgens K, Kokkonen E, Kurkilahti M, Verliin A, Vetemaa M. 2016. Length at maturity as a potential indicator of fishing pressure effects on coastal pikeperch (*Sander lucioperca*) stocks in the northern Baltic Sea. *Fisheries Research*, 174(1): 47-57.
- Masuswo R, Widodo AA. 2016. Karakteristik biologi ikan tongkol komo (*Euthynnus affinis*) yang tertangkap jaring insang ha-nyut di Laut Jawa. *Bawal*, 8(1): 57-63.
- Morgan MJ, Murua H, Kraus G, Lambert Y, Marteinsdottir G, Marshall C *et al.* 2009. The evaluation of reference points and stock productivity in the context of alternative indices of stock reproductive potential. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 66(3): 404-414.
- Murua H, Motos L. 2006. Reproductive strategy and spawning activity of the European hake *Merluccius merluccius* (L.) in the Bay of Biscay. *Journal of Fish Biology*, 69(5): 1288-1303.
- Schaefer K. 2001. Reproductive biology of tunas. In: Block BA, Stevens ED (ed.). *Fish Physiology Volume 19. Tuna: Physiology*,

*Ecology and Evolution*, 1<sup>st</sup> Edition. Academic Press, San Diego, USA. pp. 225-270.

Strum LMG. 1978. Aspects of the biology of *Scombemorus maculates* (Mitchill) in Trinidad. *Journal of Fish Biology*, 13(2): 155-172.

## Analisis genetik fragmen gen sitrokrom oksidase sub unit 1 dari *Cirrhilabrus cf. ryukyuensis* Ishikawa 1904 (Labridae) asal Teluk Cenderawasih dan Raja Ampat

[Genetic analysis of cytochrome oxidase sub unit 1 gene fragment from *Cirrhilabrus cf. ryukyuensis* (Labridae) from Cenderawasih Bay and Raja Ampat]

Muhammad Dailami<sup>1✉</sup>, Darma Santi<sup>1</sup>, Murtihapsari<sup>1</sup>, Hermawaty Abubakar<sup>2</sup>, Abdul Hamid A. Toha<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Papua, Manokwari, 98314

<sup>2</sup>Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Papua, Manokwari, 98314

<sup>3</sup>Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua, Manokwari, 98314

Diterima: 15 April 2017; Disetujui: 14 Agustus 2018

### Abstrak

*Cirrhilabrus cf. ryukyuensis* asal Teluk Cenderawasih dan Raja Ampat secara morfologi memiliki perbedaan warna dengan *Cirrhilabrus ryukyuensis*. Penelitian ini bertujuan menentukan hubungan filogenetik, evolusi, dan keragaman genetik *Cirrhilabrus cf. ryukyuensis* berdasarkan gen Sitokrom Oksidase sub Unit I (COI). Genom DNA mitokondria diekstrak menggunakan larutan chelex 10%. Primer FISH-BCH dan BCL digunakan untuk mengamplifikasi fragmen Gen COI dan sekuensing. Analisis data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Sequencher 4.1 dan MEGA 5. Gen COI dari enam sampel *C. cf. ryukyuensis* asal Teluk Cenderawasih dan Raja Ampat, memiliki panjang basa mencapai 613 bp. Komposisi rata-rata nukleotida T 32,8%, C 26,3%, A 23,2% dan G 17,7%. Terdapat enam posisi polimorfisme yang kesemuanya disebabkan oleh mutasi *transition*. Hasil penerjemahan nukleotida, diperoleh asam amino dengan panjang 204 asam amino dengan urutan yang sama. Pohon filogenetik menunjukkan keenam sampel berada dalam satu *clade* yang sama dan berbeda dari *clade Cirrhilabrus cyanopleura* data *Gene Bank*.

Kata penting: *Cirrhilabrus cf. ryukyuensis*, DNA mitokondria, Gen COI, filogenetik

### Abstract

*Cirrhilabrus cf. ryukyuensis* from Cenderawasih Bay and Raja Ampat have different color morphs with *Cirrhilabrus ryukyuensis*. This study was conducted to determine the phylogenetic relationship, evolution and genetic diversity of *Cirrhilabrus cf. ryukyuensis* based on Cytochrome oxidase sub unit 1 (COI) gene. Mitochondrial DNA extracted by using chelex 10%. FISH-BCH and BCL primers were used to amplify COI gene fragment and sequencing. Data analysis conducted by using *software* Sequencher 4.1 and MEGA 5. COI genes from six samples of *C. cf. ryukyuensis* from Cenderawasih Bay and Raja Ampat have total 613 base pairs. The average compositions of nucleotides are T 32.8%, C 26.3%, A 23.2% and G 17.7%. There is six positions of polymorphism that caused by transition. Conversion of nucleotides to amino acid sequence resulted in 204 amino acid with the same sequence. The phylogenetic tree from six sample showed that all in one *clade*, but different *clade* from *Cirrhilabrus cyanopleura* from *GenBank*.

Key words: *Cirrhilabrus cf. ryukyuensis*, mitochondrial DNA, Gen COI, phylogenetic

### Pendahuluan

Bentang laut kepala burung Papua (*Papuan Bird's Head Seascape*, BHS) merupakan salah satu kawasan laut penting di Asia dan Pasifik yang kaya dengan keanekaragaman hayati laut (Allen & Erdmann 2009, Mangubhai *et al.* 2012). Perairan laut Papua disebut juga sebagai jantung segitiga karang dunia (Veron *et al.* 2010). Donnelly & Mous (2002) melaporkan bah-

wa wilayah Raja Ampat memiliki keragaman jenis karang yang tinggi, di mana 75% jenis karang dunia bisa ditemukan di wilayah ini. Selain itu, terdapat 899 (84%) spesies ikan laut dari total 1.074 spesies ikan karang di dunia. Sementara perairan BHS lain di Teluk Cenderawasih memiliki spesies endemik yang tinggi (Wallace *et al.* 2011, Allen & Erdman 2012). Labridae adalah famili ikan karang terbanyak

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: [hamid.toha@gmail.com](mailto:hamid.toha@gmail.com)

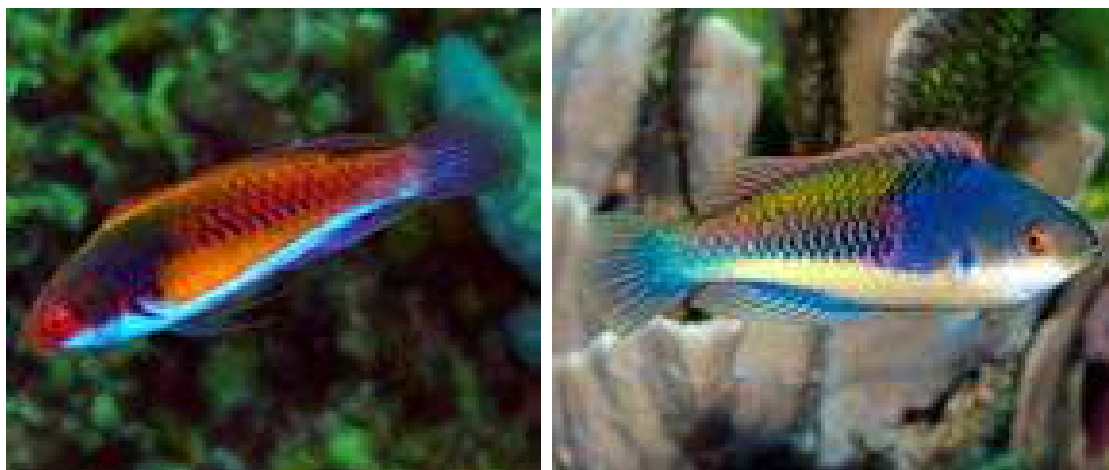
ketiga yang dijumpai di wilayah ini yang kekayaan jenisnya mencapai 109 spesies.

*Cirrhilabrus ryukyuensis* merupakan ikan karang dari famili Labridae yang pertama kali dideskripsikan dari Pulau Ryukyu Jepang (Ishikawa 1904). Menurut Ruggiero *et al.* (2011), *C. ryukyuensis* merupakan nama sinonim *Cirrhilabrus cyanopleura*, akan tetapi menurut Kuitert & Tonozuka (2004) kedua spesies tersebut bukan spesies sama. Allen dan Erdmann menemukan spesies yang mirip dengan *Cirrhilabrus ryukyuensis* di perairan Papua dan mereka menyebutnya sebagai *Cirrhilabrus cf ryukyuensis*. *C. cf ryukyuensis* yang berasal dari Teluk Cenderawasih dan Raja Ampat (Gambar 1), secara morfologis memiliki perbedaan warna jika dibandingkan dengan *C. ryukyuensis* (komunikasi pribadi dengan Gerald Allen & Mark Erdmann).

Identifikasi spesies dengan teknik DNA *barcoding* telah banyak digunakan (Ward *et al.* 2005; Steinke *et al.* 2009; Hubert *et al.* 2011, Pentinsaari *et al.* 2016). Gen Sitokrom Oksidase Sub Unit I (COI) merupakan DNA *barcode* (Hebert *et al.* 2003) yang biasa digunakan se-

bagai acuan dalam identifikasi genetik. Gen COI dilaporkan memiliki potensi laju mutasi yang rendah dibandingkan gen sitokrom b (Da Fonseska *et al.* 2008). Gen COI juga merupakan gen yang banyak digunakan dalam analisis pohon filogenetik, keragaman genetik, sejarah evolusi, maupun genetika populasi (De Boer *et al.* 2014a, 2014b, Saleky *et al.* 2016).

Genus *Cirrhilabrus* Temminck & Schlegel, 1845 telah mengalami peningkatan sangat pesat dalam jumlah spesies yang diakui hingga saat ini. Penerapan teknik molekuler yang relatif baru juga telah membuka sumber daya yang sebelumnya belum dimanfaatkan untuk ahli taksonomi, memungkinkan pemeriksaan lebih dekat hubungan antara populasi dan terkadang mengungkapkan spesies samar dalam spesies nominal (Victor 2015). Hal ini termasuk identifikasi spesies menggunakan COI dalam genus *Cirrhilabrus* (Allen *et al.* 2015, Tea *et al.* 2016). Pada tahun 2015 genus ini telah mencakup 51 spesies (Allen *et al.* 2015) dan selanjutnya bertambah menjadi 52 spesies (Tea *et al.* 2016).



Gambar 1. *C. cf ryukyuensis* Teluk Cenderawasih (kiri) dan Raja Ampat (kanan)  
(Foto: Erdmann dan Allen)

*C. cf. ryukyuensis* masih jarang diketahui secara ilmiah. Informasi awal tentang spesies ini hanya diperoleh melalui komunikasi pribadi dengan pakar seperti yang disampaikan sebelumnya. Penelitian ini adalah penelitian awal yang menggunakan penanda genetik COI. Dalam penelitian ini digambarkan karakter genetik COI spesies *C. cf. ryukyuensis* berdasarkan enam spesimen yang dikumpulkan dari Raja Ampat dan Teluk Cenderawasih. Hasil ini penting sebagai informasi awal dalam identifikasi dan penelitian genetik lanjut.

## Bahan dan metode

### Pengambilan sampel

Sampel berupa sirip ikan dikumpulkan dari perairan Raja Ampat (Flabacet, Misool Tenggara) dan Teluk Cenderawasih (Pulau Roon). Sebanyak enam sampel dianalisis dalam penelitian ini. Setiap lokasi diambil masing-masing tiga sampel (Tabel 1) dan disimpan dalam etanol 96% (Templado *et al.* 2010).



Gambar 1. Lokasi penelitian. Pengambilan sampel dilakukan di Perairan Papua, masing-masing Perairan Pulau Misool di Raja Ampat, dan Perairan Pulau Roon di Teluk Cenderawasih. Lokasi penelitian ditunjukkan dengan lingkaran warna merah (Sumber: google maps di <https://www.google.com/maps/place/>).

Tabel 1 Informasi sampel

| No | Kode identitas | Nama Spesies                       | Lokasi             |
|----|----------------|------------------------------------|--------------------|
| 1  | MB020201       | <i>Cirrhilabrus cf ryukyuensis</i> | Teluk Cenderawasih |
| 2  | MB020204       | <i>Cirrhilabrus cf ryukyuensis</i> | Teluk Cenderawasih |
| 3  | MB020205       | <i>Cirrhilabrus cf ryukyuensis</i> | Teluk Cenderawasih |
| 4  | MB022014       | <i>Cirrhilabrus cf ryukyuensis</i> | Raja Ampat         |
| 5  | MB022006       | <i>Cirrhilabrus cf ryukyuensis</i> | Raja Ampat         |
| 6  | MB022002       | <i>Cirrhilabrus cf ryukyuensis</i> | Raja Ampat         |

#### Ekstraksi DNA, PCR, elektroforesis

Ekstraksi DNA menggunakan metode pertukaran ion dengan larutan *Chelex* 10% (Walsh *et al.* 1991). Mula-mula dilakukan pengambilan sekitar 1 mg sirip *C. cf ryukyuensis* dan dimasukkan ke dalam larutan chelex 10%. Selanjutnya dicampur dengan alat *vortex* selama 15 detik lalu disentrifugasi 10 detik dan dipanaskan dalam alat pemanas (*heat block*) pada suhu 95°C selama 2 jam. Setelah pemanasan ini, sampel dicampur dengan *vortex* lagi selama 15 detik dan disentrifugasi selama 10 detik. Hasil ekstraksi berupa ekstrak DNA disimpan dalam lemari es.

Proses amplifikasi DNA dilakukan secara *in vitro* menggunakan metode Polimerase Chain Reaction (PCR). PCR dilakukan pada mesin PCR (*thermo cycler*) type MJ Mini Biorad model TN 1148 dengan metode Hotstart dan profil suhu sebagai berikut: denaturasi awal 94°C selama 5 menit, denaturasi 94°C selama 30 detik, *annealing* (penempelan primer) 50°C se-lama 30 detik, *extention* (pemanjangan primer) 72°C selama 30 detik, dan *extention* akhir 72°C selama 7 menit. Proses PCR berlangsung sebanyak 37 siklus. Primer yang digunakan yaitu Fish BCH: 5'-GGG AGT AAA GTT AAT ACC TTT GCT C-3' dan Fish BCL: 5'-TTC CCG AAG GCA CAT TCT-3' (Ivanova *et al.* 2007).

Proses PCR dengan enzim *amplitaq red* menggunakan dua *mastermix* modifikasi Barber & Erdman (2000). *Mastermix* satu terdiri atas 5,5 µL ddH<sub>2</sub>O, 1,5 µL PCR buffer, 2,5 µL dNTP (8 mM), 2 µL MgCl<sub>2</sub> (25 mM), 1,25 µL primer Fish BCH dan 1,25 µL primer Fish BCL (10 mM). *Mastermix* dua terdiri atas 9 µL ddH<sub>2</sub>O, 1 µL PCR buffer, 0,125 µL enzim *amplitaq Red*. Campur 14 µL *mastermix* satu dan 1 µL ekstrak DNA dicampur ke dalam tabung PCR dan kemudian campuran ini diletakkan dalam mesin *thermo cycler*. Mesin dihidupkan dengan program awal panas (*hot start*) sampai suhu 80°C. Program dihentikan sementara (*pause*) sebelum siklus pertama, lalu tambahkan 10,125 µL *Mastermix* dua. Setelah itu program dilanjutkan kembali hingga selesai.

Elektroforesis dilakukan dengan menggunakan gel agarosa 1% (b.v<sup>-1</sup>) dan dengan pewarna etidium bromida (EtBr). Sebanyak 4 µL produk PCR dicampurkan dengan 1 µL *loading dye* dan dimasukan ke dalam sumur gel. DNA *low mass ladder* digunakan sebagai penanda (*marker*). Elektroforesis dijalankan dengan voltase 200 volt, arus 400 mA, selama 15 menit. Pita DNA dilihat dengan menggunakan lampu UV-*transluminator* dan difoto dengan kamera.

### *Pemurnian exo-sap, siklus pengurutan nukleotida, dan sekuensing*

Pemurnian hasil PCR dilakukan dengan menggunakan enzim *Exonuklease-Shrimp Alkaline Phosphatase* (Exo-Sap). Proses Exo-Sap bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa primer yang tidak ikut bereaksi dan juga dNTPs sisa selama proses PCR berlangsung. Sampel yang berhasil diamplifikasi dengan PCR, selanjutnya dimurnikan dengan metode Exo-Sap. Komposisi dan jumlah komponen dalam Exo-Sap yaitu enzim *Exonuklease* dan *Shrimp alkaline phosphatase*, masing-masing sebanyak 0,5 µL dan produk PCR sebanyak 5 µL. Proses berlangsung dalam *thermo cycler* dengan suhu 37°C selama 30 menit, untuk menghentikan kerja enzim yaitu pada suhu 80°C selama 15 menit, kemudian didinginkan pada suhu kamar 25°C selama satu menit.

*Sequencing* DNA adalah metode untuk menentukan urutan nukleotida yang terdapat dalam DNA. *Mastermix* yang digunakan dalam *cycle sequencing* terdiri atas *mastermix* satu (MM1) dan *mastermix* dua (MM2). Komposisi *mastermix* satu yaitu: 7 µL ddH<sub>2</sub>O, 2,5 µL buffer sekuensing, 0,5 µL DMSO, 0,5 µL *big dye*, dan 0,5 µL primer Fish-BCH. Untuk *mas-termix* dua bahan yang digunakan sama, tetapi primernya diganti dengan Fish BCL. Sebanyak 11 µL MM1 dalam tabung mikrosentrifugasi 48 lubang ditambahkan dengan 1 µL DNA hasil exo-sap. Pada lubang yang lain ditambahkan 11 µL MM2 dan 1 µL DNA hasil exo-sap. Selanjutnya, proses *cycle sequencing* dilakukan dalam *thermo cycler* dengan suhu 96°C selama 10 detik, 50°C selama 5 detik, 60°C selama 4 menit, dan dilakukan pengulangan sebanyak 25 siklus.

Dalam proses presipitasi, pada hasil *cycle sequencing* ditambahkan sebanyak 48 µL isopropanol 30% kemudian disentrifugasi dengan

kecepatan 2204 rcf (*relative centrifugal force*, gaya sentrifugal relatif) selama 30 menit. Setelah 30 menit, larutan dibuang dengan membalik tabung di atas tisu, sehingga semua larutan habis. Untuk memastikan tidak ada larutan yang tersisa, mensentrifugasi dengan keadaan terbalik (dialasi tisu) pada kecepatan 500 rcf selama 1 menit. Pellet DNA yang tersisa didalam tabung ditambah dengan 40 µL etanol 70%, dan disentrifugasi dengan kecepatan 2204 rcf selama 30 menit. Selanjutnya etanol dibuang dengan membalik tabung di atas tisu, dan disentrifugasi pada kecepatan yang sama selama satu menit dengan posisi terbalik. Pellet DNA yang tersisa dalam tabung ditutup dan dikemas dengan *aluminium foil*.

Pengurutan nukleotida dengan teknik *cycle sequencing* menggunakan *big dye terminator* berlabel fluoresence. Pembacaan urutan nukleotida dilakukan di Cornell University, California dengan menggunakan mesin sekuenser otomatis. Hasil pembacaan urutan nukleotida dalam bentuk AB1 file yang dapat diedit dengan menggunakan perangkat lunak Sequencher 4.1 ataupun MEGA 5.

### *Analisis data*

Pengeditan dan analisis data urutan DNA hasil sekuensing menggunakan perangkat lunak Sequencher 4.1 (*Gene Code*) dan MEGA 5 (Tamura *et al.* 2011). Penjajaran (*alignment*) sekuens berdasarkan *Clustal W* dengan perangkat lunak MEGA5. Analisis keragaman genetik individu berdasarkan komposisi nukleotida, sisi variabel, transisi dan transversasi sekuens berdasarkan Kimura-2-Parameter. Rasio tingkat substitusi sisi non-sinonim dan sinonim (dN/dS) berdasarkan metode Nei-Gojobori dengan MEGA 5 (Tamura *et al.* 2011). Analisis trans-

lasi nukleotida fragmen Gen Sitokrom Oksidase sub unit I menjadi asam amino menggunakan perangkat lunak MEGA 5.

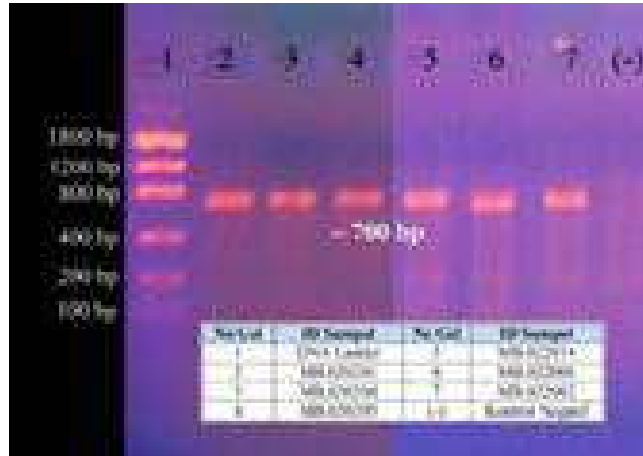
Identifikasi spesies dilakukan dengan BLAST (*basic local alignment search tools*) untuk menentukan homologi sekuens penelitian dengan sekuens GeneBank. Identifikasi dilanjutkan dengan analisis pohon filogenetik dan analisis jarak genetik berdasarkan Kimura-2-parameter antara pasangan sekuens menggunakan perangkat lunak MEGA5. Pohon filogenetik dibuat dengan beberapa parameter berikut: model statistik *Maksimum Likelihood*, model substitusi HKY, dan *bootstrap* dengan 1000 kali replikasi. Untuk sekuens pembanding, diunduh dari data *gene bank* ([www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov)). Pemilihan model evolusi memberikan nilai BIC (*Bayesian Information Criterion*) terkecil yaitu model substitusi Hasegawa-Khisino-Yano (HKY). Model substitusi

HKY menganggap substitusi dari satu nukleotida ke nukleotida lainnya memiliki nilai yang berbeda (Nei & Kumar 2000, Tamura *et al.* 2007). Perbedaan nilai tersebut yang dijadikan dasar dalam pembuatan pohon filogenetik.

## Hasil

### Amplikon gen COI

Hasil amplifikasi dengan menggunakan teknik PCR berupa amplikon fragmen gen COI dari *C. cf ryukyuensis* divisualisasikan dengan menggunakan metode elektroforesis pada gel agarosa 1% (b.v<sup>-1</sup>). Pewarnaan molekul DNA dilakukan dengan menggunakan etidium bromida (EtBr) yang memberikan warna jingga jika dilihat dengan *UV transilluminator*. Hasil elektroforesis disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Elektroforesis produk PCR yang dilihat dengan *UV transilluminator*. Sumur gel pertama adalah DNA *ladder* yang telah terpotong dengan panjang basa tertentu. Pita DNA pada sumur pertama, terdapat 6 baris pita yang mana baris pertama memiliki ukuran sekitar 1800 pb, baris kedua 1200 pb, ketiga 800 pb, keempat 400 pb, kelima 200 pb, keenam 100 pb (Invitrogen 2005).

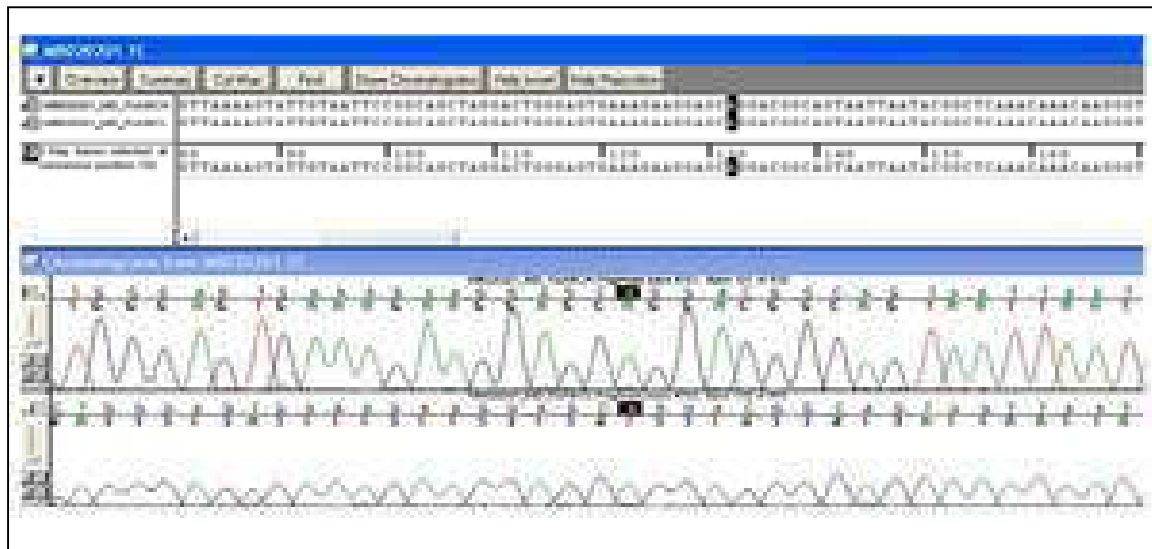
Hasil elektroforesis menunjukkan bahwa keenam sampel positif memperoleh ampikon fragmen gen COI yang ditandai dengan adanya pita DNA pada sumur gel nomor 2 sampai 7 dengan panjang sekitar 700 pasangan basa (pb). Hasil ini memastikan bahwa gen hasil amplifikasi yang diperoleh benar-benar merupakan gen target dari primer yang digunakan.

#### *Urutan nukleotida fragmen gen COI*

Hasil sekuensing dalam bentuk elektroforegram dan sebagian urutan nukleotida fragmen gen COI disajikan pada Gambar 3.

Hasil sekuens keenam sampel memperoleh nukleotida dengan panjang basa 613 pb. Sekuens terbanyak merupakan nukleotida Timin (T). Rata-rata kandungan nukleotida Guanin dan Cytosin (G+C) adalah 44%, sedangkan rata-rata kandungan nukleotida Adenin dan Timin (A+T) mencapai 56%. Komposisi nukleotida untuk setiap sampel dapat dilihat pada Tabel 2.

Keenam sampel tidak memiliki urutan nukleotida yang sama. Terdapat beberapa perbedaan nukleotida (polimorfisme) yang diakibatkan adanya mutasi titik. Polimorfisme pada keenam sampel ini disajikan pada Tabel 3.



Gambar 3. Elektroforegram dari sampel MB.020201. Setiap nukleotida memiliki puncak (*peak*) dengan warna yang berbeda, nukleotida A ditunjukkan dengan munculnya *peak* berwarna hijau, G berwarna hitam, C berwarna biru dan T berwarna merah.

Tabel 2 Komposisi nukleotida keenam sampel

| ID Sampel   | T (%) | C (%) | A (%) | G (%) |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| MB020201 TC | 32,6  | 26,4  | 23,4  | 17,6  |
| MB020204 TC | 33,0  | 26,0  | 23,2  | 17,8  |
| MB020205 TC | 32,8  | 26,3  | 23,2  | 17,7  |
| MB022014 R4 | 32,7  | 26,4  | 23,3  | 17,6  |
| MB022006 R4 | 32,6  | 26,4  | 23,2  | 17,8  |
| MB022002 R4 | 33,0  | 26,1  | 23,3  | 17,6  |
| Rata-Rata   | 32,8  | 26,3  | 23,2  | 17,7  |

*Urutan asam amino fragmen gen COI*

Urutan sekuens nukleotida dapat diterjemahkan menjadi urutan asam amino. Seluruh nukleotida diterjemahkan ke dalam asam amino dan kodon awal (*start codon*) mulai dari nukleotida pertama. Panjang 613 pb nukleotida memiliki delapan posisi polimorfisme atau mutasi

substitusi yang semuanya merupakan substitusi *synonymous*. Hal ini dilihat dari hasil terjemahan asam aminonya. Keenam sampel memiliki urutan asam amino yang sama tanpa ada sedikitpun yang berbeda. Data perubahan setiap kodon yang mengalami substitusi beserta terjemahan asam aminonya ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 3 Polimorfisme enam sampel

| ID sampel    | Posisi nukleotida |     |     |     |     |     |     |     | Haplotipe |
|--------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
|              | 117               | 150 | 174 | 255 | 294 | 516 | 594 | 612 |           |
| #MB020201_TC | T                 | A   | G   | C   | T   | C   | G   | C   | 1         |
| #MB020204_TC | T                 | G   | G   | T   | T   | C   | G   | T   | 2         |
| #MB020205_TC | T                 | G   | G   | T   | T   | C   | G   | C   | 3         |
| #MB022014_R4 | C                 | G   | G   | T   | T   | C   | A   | C   | 4         |
| #MB022006_R4 | T                 | G   | G   | T   | C   | C   | G   | C   | 5         |
| #MB022002_R4 | T                 | G   | A   | T   | T   | T   | G   | C   | 6         |
| Jenis mutasi | Tr                | Tr  | Tr  | Tr  | Tr  | Tr  | Tr  | Tr  |           |

Keterangan: T, C, A, dan G masing-masing merupakan singkatan nukleotida timin, sitosin, adenin, dan guanin; *Tr* = *Transition* (transisi), *Tv* = *Transversion* (transversi).

Tabel 4. Substitusi dan pengaruhnya pada asam amino

| No | Posisi kodon | Kodon awal | Asam amino | Kodon tersubstitusi | Asam amino | Posisi substitusi |
|----|--------------|------------|------------|---------------------|------------|-------------------|
| 1  | 39           | AUU        | I          | AUC                 | I          | Ketiga            |
| 2  | 50           | GGA        | G          | GGG                 | G          | Ketiga            |
| 3  | 58           | UUG        | L          | UUA                 | L          | Ketiga            |
| 4  | 85           | CUC        | L          | CUU                 | L          | Ketiga            |
| 5  | 98           | GGU        | G          | GGC                 | G          | Ketiga            |
| 6  | 172          | CUC        | L          | CUU                 | L          | Ketiga            |
| 7  | 198          | GGG        | G          | GGA                 | G          | Ketiga            |
| 8  | 204          | UAC        | Y          | UAU                 | Y          | Ketiga            |

Keterangan: Singkatan asam amino : I (isoleusin), G (glisin), L (lisin), Y (tirosin)

## Pembahasan

Ukuran amplicon gen COI produk PCR pada penelitian ini sesuai dengan pernyataan Ivanova *et al.* (2007) yang mengatakan bahwa primer COI dapat digunakan untuk mengamplifikasi fragmen gen COI dengan panjang sekitar 608 sampai 645 pb. Enzim *taq polymerase* merupakan protein kompleks yang berperan dalam proses polimerisasi molekul DNA. *Taq polymerase* ini diisolasi bakteri *Thermus aquaticus* BM. Rantai polipeptida yang menyusun enzim ini memiliki berat molekul kurang dari 95 kilo dalton. Enzim ini memiliki suhu optimum antara 75-80°C dan masih dapat aktif meskipun mengalami pemanasan hingga mencapai suhu 95°C (Yuwono 2006).

Konsentrasi nukleotida produk PCR ditentukan berdasarkan tingkat kecerahan pita DNA penelitian dibandingkan dengan pita DNA *ladder*. Hasil penelitian pada sumur nomor 2 sampai nomor 7 menunjukkan tingkat kecerahan yang mendekati DNA *ladder* baris ke 3 (80 ng). Hal ini berarti bahwa konsentrasi DNA gen COI hasil amplifikasi memiliki konsentrasi kurang dari 80 ng tetapi lebih dari 40 ng. Hal ini sesuai dengan kecerahan pada pita DNA *ladder*. Menurut Invitrogen (2005), pita DNA *ladder* baris pertama memiliki konsentrasi 200 nano-gram (ng), baris kedua sampai keenam masing-masing menunjukkan konsentrasi 120 ng, 80 ng, 40 ng, 20 ng, dan 10 ng.

### *Polimorfisme fragmen gen COI C. cf ryukyuensis*

Sebuah sekuens dinyatakan berbeda haplotipe dengan sekuens lain, jika memiliki minimal satu nukleotida yang berbeda. Berdasarkan polimorfisme pada Tabel 3, keenam sampel dapat dikelompokkan menjadi enam haplotipe yang berbeda. Keenam sampel menunjukkan tingkat

keragaman haplotipe yang tinggi baik di daerah Teluk Cenderawasih maupun di daerah Raja Ampat. Polimorfisme ini terjadi akibat adanya mutasi pada DNA.

Pada dasarnya, mutasi dapat terjadi secara alami dan terjadi akibat adanya faktor eksternal. Mutasi alami terjadi karena adanya kesalahan penyalinan molekul DNA pada saat terjadi replikasi DNA, sedangkan mutasi akibat faktor eksternal terjadi karena radiasi ataupun adanya paparan bahan kimia. Meskipun dalam tubuh terdapat sistem perbaikan DNA, peristiwa mutasi masih terjadi dan terkadang masih terakumulasi dan terbawa sampai generasi berikutnya. Mutasi-mutasi tersebut yang akan mengakibatkan adanya evolusi (Toha 2011).

Mutasi transisi lebih sering dan mudah terjadi dibandingkan mutasi transversi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kedelapan mutasi merupakan mutasi transisi, yakni antara nukleotida adenilat dan guanilat, serta nukleotida sitidilat dan timidilat. Hal ini disebabkan oleh adanya kemungkinan kesalahan pasangan dalam molekul DNA (Gaur & Li 2000). Gaur & Li (2000) mengatakan bahwa kemungkinan kesalahan pasangan yang diizinkan oleh konsep Watson dan Crick adalah kesalahan pasangan antara basa purin dan pirimidin. Penelitian selanjutnya menambahkan informasi bahwa kesalahan pasangan antara purin dan purin masih mungkin terjadi, sedangkan kesalahan pasangan antara basa pirimidin dan pirimidin tidak mungkin terjadi. Itulah sebabnya mutasi transisi lebih mudah dan sering terjadi daripada transversi.

### *Keragaman asam amino fragmen gen COI C. cf ryukyuensis*

Dalam setiap DNA terdapat berbagai macam gen, baik yang menyandi protein maupun yang tidak menyandi protein. Salah satu gen

yang menyandi protein dalam DNA mitokondria adalah gen COI. Gen COI merupakan gen yang menyandi protein Sitokrom C Oksidase I (Pentinsaari *et al.* 2016) yang berperan dalam proses transfer elektron pada saat sintesis *Adenosine Triphosphate* (ATP) dalam mitokondria. Gen ini berada dalam genom mitokondria (DNA mitokondria). Penyusun utama suatu protein adalah asam-asam amino yang dihubungkan dengan adanya ikatan peptida. Urutan setiap asam amino penyusun protein ditentukan oleh urutan nukleotida gen yang menyandi protein tersebut. Perbedaan urutan asam amino akan menyebabkan perbedaan struktur dan fungsi protein tersebut dalam tubuh. Dengan mengetahui urutan nukleotida suatu gen, maka urutan asam aminonya dapat diterjemahkan berdasarkan kode genetiknya.

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa meskipun terjadi perubahan nukleotida, ternyata tidak merubah urutan asam amino yang disandinya. Hal ini menunjukkan bahwa substitusi yang terjadi pada posisi ketiga setiap kodon memiliki peluang yang kecil untuk merubah asam amino yang disandinya. Hal ini sesuai dengan pendapat Graur & Li (2000) yang menyatakan bahwa kemungkinan 70% mutasi yang terjadi pada posisi ketiga setiap kodon adalah *synonymous*, se-

dangkan mutasi yang terjadi pada posisi kedua semuanya adalah *non-synonymous*. Untuk posisi pertama, 96%-nya adalah *non-synonymous*.

#### *Pohon filogenetik*

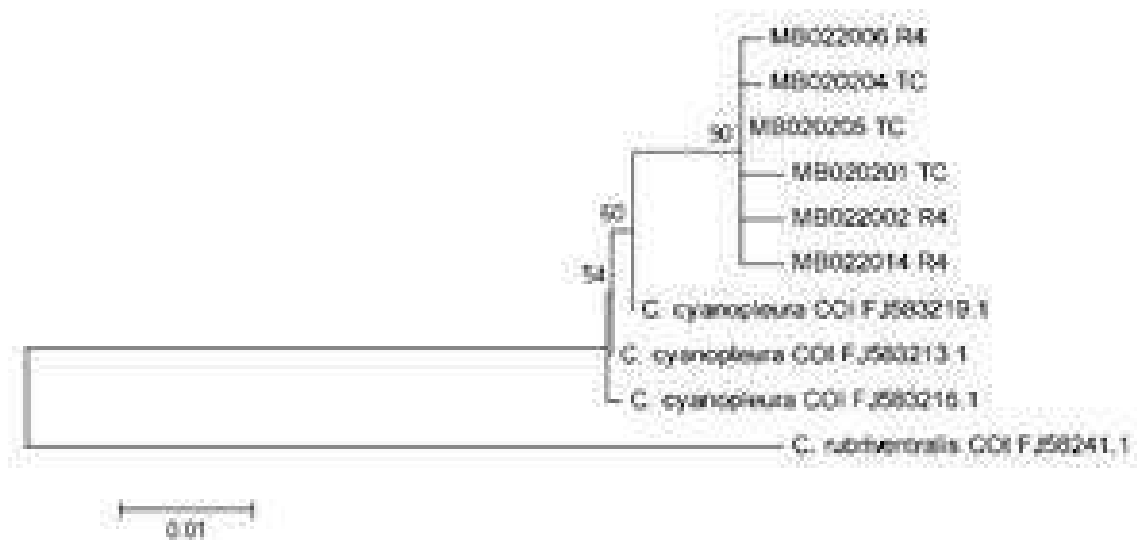
Setiap sampel dibandingkan dengan seluruh data *Gene Bank* dan dipilih satu sekuens yang memiliki kemiripan paling tinggi. Setiap sekuens yang memiliki kemiripan tinggi digunakan dalam pembuatan pohon filogenetik. Hasil BLAST keenam sampel disajikan dalam Tabel 5.

Keenam sampel merujuk pada spesies *Cirrhilabrus cyanopleura*. Hal ini terbukti dengan hasil BLAST (*Basic local alignment search tools*) ke data *Gene Bank* yang menunjukkan bahwa sekuens ini memiliki kemiripan yang tinggi dengan ikan *C. cyanopleura*. Dalam data *Gene Bank*, tidak ditemukan adanya sekuens gen COI dari *C. ryukyuensis*. Hal ini disebabkan kebanyakan ahli menganggap bahwa *C. ryukyuensis* merupakan sinonim dengan *C. cyanopleura*, sehingga data sekuens yang mereka unggah ke *Gene Bank* menggunakan nama *C. cyanopleura*.

Hasil analisis lebih lanjut dengan pohon filogenetik menunjukkan bahwa seluruh sampel memang berbeda dengan *C. cyanopleura*. Pohon filogenetik ditampilkan pada Gambar 4.

Tabel 5. Hasil BLAST ke data GeneBank

| No | Nomor ID | Hasil BLAST | Spesies Hasil BLAST   | Query Qoverage | Identity |
|----|----------|-------------|-----------------------|----------------|----------|
| 1  | MB020201 | FJ583213.1  | <i>C. cyanopleura</i> | 100%           | 99%      |
| 2  | MB020204 | FJ583219.1  | <i>C. cyanopleura</i> | 100%           | 99%      |
| 3  | MB020205 | FJ583219.1  | <i>C. cyanopleura</i> | 100%           | 99%      |
| 4  | MB022006 | FJ583219.1  | <i>C. cyanopleura</i> | 100%           | 99%      |
| 5  | MB022014 | FJ583216.1  | <i>C. cyanopleura</i> | 100%           | 99%      |
| 6  | MB022002 | FJ583219.1  | <i>C. cyanopleura</i> | 100%           | 99%      |



Gambar 4. Pohon Filogenetik keenam sampel. Pohon filogenetik dibuat dengan menggunakan perangkat lunak MEGA5. Tiga sekuens *C. cyanopleura* yang memiliki kemiripan tertinggi dari Gene Bank, digunakan sebagai pembandingan, yaitu sekuens dengan kode akses FJ583213.1, FJ583219.1, dan FJ583216.1 (Steinki *et al.* 2009) Sebagai *out group* digunakan sekuens *C. rubriventralis* (kode akses : FJ58241.1) (Steinki *et al.* 2009) dari *GeneBank*. *Out group* berada dalam *clade* tersendiri dari keenam sampel dan data *Gene Bank* lainnya.

Pohon filogenetik menunjukkan bahwa keenam sampel berada dalam satu *clade* (grup atau kelompok) dan didukung oleh 90% nilai *bootstrap*, akan tetapi terpisah dari grup *C. cyanopleura* dengan dukungan 60% nilai *bootstrap*. Sekuens dari *Gene Bank* dengan kode akses FJ583219 memiliki hubungan kekerabatan yang paling dekat dengan keenam sampel. Hal ini berbeda dengan hasil BLAST. Hal ini karena nilai *bootstrap* yang rendah dan terpisah grup antara keenam sampel. Dengan demikian tidak ada jaminan bahwa sampel penelitian ini merupakan satu spesies dengan *C. cyanopleura*.

Hasil analisis jarak genetik keenam sampel dibandingkan dengan data genebank disajikan pada Tabel 6.

Jarak genetik di antara keenam sampel berkisar antara 0,002 – 0,007, sedangkan jarak genetik antara keenam sampel dan sekuens *C. cyanopleura* berkisar antara 0,008 – 0,015. Jarak genetik paling jauh ditunjukkan antara *out group*, sampel penelitian dan data *Genebank* lainnya dengan kisaran 0,102 – 0,114. Jarak genetik ini menunjukkan tingkat kekerabatan setiap sampel dan data *Genebank*.



Tabel 6. Jarak genetik keenam sampel dan data *Genebank*

| No | ID SAMPEL                          | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|----|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | MB020201_TC                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 2  | MB020205_TC                        | 0,003 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 3  | MB020204_TC                        | 0,005 | 0,002 |       |       |       |       |       |       |       |
| 4  | MB022002_R4                        | 0,007 | 0,003 | 0,005 |       |       |       |       |       |       |
| 5  | MB022014_R4                        | 0,007 | 0,003 | 0,005 | 0,007 |       |       |       |       |       |
| 6  | MB022006_R4                        | 0,005 | 0,002 | 0,003 | 0,005 | 0,005 |       |       |       |       |
| 7  | <i>C. cyanopleura</i> FJ583216.1   | 0,015 | 0,012 | 0,013 | 0,015 | 0,012 | 0,013 |       |       |       |
| 8  | <i>C. cyanopleura</i> FJ583213.1   | 0,013 | 0,01  | 0,012 | 0,013 | 0,01  | 0,012 | 0,002 |       |       |
| 9  | <i>C. cyanopleura</i> FJ583219.1   | 0,012 | 0,008 | 0,01  | 0,012 | 0,012 | 0,01  | 0,003 | 0,002 |       |
| 10 | <i>C. rubriventralis</i> FJ58241.1 | 0,112 | 0,112 | 0,114 | 0,112 | 0,112 | 0,114 | 0,102 | 0,102 | 0,104 |

### Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa nukleotida fragmen Gen COI dari *C. cf ryukyuensis* pada penelitian ini memiliki panjang mencapai 613 pb. Komposisi nukleotida terdiri atas T 32,8%, C 26,3%, A 23,2%, G 17,7%. Kandungan A+T lebih tinggi daripada kandungan G+C. Keragaman nukleotida terjadi akibat adanya delapan mutasi transisi yang terjadi pada nukleotida ke 117, 150, 174, 255, 294, 516, 594 dan 612. Hasil penerjemahan 613 pb nukleotida didapatkan 204 asam amino. Komposisi penyusun asam amino dengan jumlah tertinggi yaitu Leusin (Leu) 15,686 % dan terendah yaitu asam amino Sistein (Cys) 0%. Keenam sampel *C. cf ryukyuensis* memiliki keragaman asam amino yang rendah karena memiliki jumlah dan urutan asam amino yang sama. BLAST dengan data Gene-bank, menunjukkan bahwa sekuens yang diperoleh benar-benar sekuens Gen COI yang dibuktikan dengan kemiripannya dengan sekuens Gen COI dari *C. cyanopleura*. Pohon filogenetik menunjukkan bahwa keenam sampel berada dalam satu kelompok atau grup dan berbeda dengan grup *C. cyanopleura*.

### Daftar pustaka

- Allen GR, Erdmann MV. 2009. Reef fishes of the Bird's Head Peninsula, West Papua, Indonesia. *Check List: Journal of species lists and distribution*, 5(3): 587-628.
- Allen GR, Erdmann MV. 2012. Reef Fishes of the East Indies. Volumes I–III. Tropical Reef Research, Perth.
- Allen GR, Erdmann MV, Dailami M. 2015. *Cirrhilabrus marinda*, a new species of wrasse (Pisces: Labridae) from eastern Indonesia, Papua New Guinea, and Vanuatu. *Journal of the Ocean Science Foundation*, 15: 1–15.
- Barber PH, Erdmann MV. 2000. Molecular systematic of the Gonodactylidae (Stomatopoda) using mitochondrial cytochrome oxidase C (sub unit 1) DNA sequence data. *Journal of Crustacean Biology*, 20(2): 20-36.
- da Fonseca RR, Johnson WE, O'Brien SJ, Ramos MJ, Antunes A. 2008. The adaptive evolution of the mammalian mitochondrial genome. *BMC Genomic*. 9: 119.
- DeBoer TS, Naguit MRA, Erdmann MV, Ablan - Lagman MC, Ambariyanto, Carpenter KE, Toha AHA, Barber PH. 2014a. Concordance between phylogeographic and biogeographic boundaries in the Coral Triangle: conservation implications based on comparative analyses of multiple giant clam species. *Bulletin of Marine Science*, 90(1): 277–300.



- DeBoer TS, Naguit MRA, Erdmann MV, Ablan - Lagman MC, Ambariyanto, Carpenter KE, Toha AHA, Barber PH. 2014b. Concordant phylogenetic patterns inferred from mitochondrial and microsatellite DNA in the giant clam, *Tridacna crocea*. *Bulletin of Marine Science*, 90(1): 301–329.
- Donnelly R, Mous PJ. 2002. Laporan Survey Kaji Ilmiah Ekologi cara cepat di Kepulauan Raja Ampat, Papua, Indonesia, dilaksanakan pada 30 Oktober – 22 November 2002. Penerjemah: UNIPA, TNC – South-east Asia Center for MPA. Bali, 46-55.
- Graur D, Li WH. 2000. *Fundamentals of Molecular Evolution*, 2 ed. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts. 481 p.
- Hebert PDN, Cywinska A, Ball SL, de Waard JR. 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 270: 313-321.
- Hubert N, Paradis E, Bruggemann H, Planes S. 2011. Community assembly and diversification in Indo-Pacific coral reef fishes. *Ecology and Evolution*, 1(3): 229-277.
- Ishikawa C. 1904. Notes on some new or little-known fishes of Japan. *Proceeding of Natural History, Tokyo Museum*, 1(1): 17 pp.
- Invitrogen. 2005. Catalog 2005: *Life sciences research product and services*. Invitrogen corporation, California: XV + 736 p.
- Ivanova NV, Zemlak TS, Hanner RH, Hebert PDN. 2007. Universal primer cocktails for fish DNA barcoding. *Molecular Ecology Notes*, 7(4): 544-548.
- Kuiter RH, Tonozuka T. 2004. *Indonesian Reef Fishes*. PT. Dive and Dive's. Sanur, Denpasar, Bali.
- Mangubhai S, Erdmann MV, Wilson JR, Hufard CL, Ballamu F, Hidayat NI, Hiti-peuw C, Lazuardi ME, Muhajir, Pada D, Purba G, Rotinsulu C, Rumetna L, Sumolang K, Wen W. 2012. Papuan Bird's Head Seascape: Emerging threats and challenges in the global center of marine biodiversity. *Marine Pollution Bulletin*, 64(11): 2279–2295.
- Nei M, Kumar S. 2000. *Molecular Evolution and Phylogenetics*. Oxford University Press, New York. 352p.
- Pentinsaari M, Salmela H, Mutanen M, Roslin T. 2016. Molecular evolution of a widely-adopted taxonomic marker (COI) across the animal tree of life. *Scientific Reports*, 6 (35275): 1-12.
- Ruggiero M, Gordon D, Bailly N, Kirk P, Nicolson D. 2011. The catalogue of life taxonomic classification, Edition 2, Part A. In: Bisby FA, Roskov YR, Orrell TM, Nicolson D, Paglinawan LE, Bailly N, Kirk PM, Bourgoin T, Baillargeon G, Ouvrard D (eds.) *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2011 Annual Checklist*. Digital Resource at [www.catalogue-of-life.org/col/](http://www.catalogue-of-life.org/col/); Species 2000: Reading, UK.
- Saleky D, Setyobudiandi I, Toha HA, Takdir M, Madduppa H. 2016. Length-weight relationship and population genetic of two marine gastropods species (*Turbinidae*: *Turbo sparverius* and *Turbo bruneus*) in the Bird Head's Seascape Papua, Indonesia. *Biodiversitas*, 17(1): 208-217.
- Steinke D, Zemlak TS, Hebert PDN. 2009. Barcoding Nemo: DNA-Based Identifications for the Ornamental Fish Trade. *Plos One*, 4(7) e6300: 1-5.
- Tamura K, Dudley J, Nei M, Kumar S. 2007. MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0. *Molecular Biology and Evolution* 24(8): 1596-1599
- Tamura K, Peterson D, Peterson N, Stecher G, Nei M, Kumar S. 2011. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetiks Analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Molecular Biology and Evolution*, 28(10): 2731-2739.
- Tea YK, Senou H, Greene BD. 2016. *Cirrhibrus isosceles*, a new species of wrasse (Teleostei: Labridae) from the Ryukyu Archipelago and the Philippines, with notes on the *C. lunatus* complex. *Journal of the Ocean Science Foundation*, 21: 18–37.
- Templado J, Paulay G, Gittenberger A, Meyer C. 2010. Chapter 11 – Sampling the marine realm. In: Eymann J, Degreaf J, Häuser C, Monje JC, Samyn Y, Spiegel DV (eds). *Manual on Field Recording Techniques and Protocols for All Taxa Biodiversity Inventories and Monitoring*. Abc Taxa, 8(1): 273-311.



- Toha AHA. 2011. *Ensiklopedia Biokimia dan Biologi Molekuler*. Penerbit EGC. Jakarta. 884 hlm.
- Veron JEN, DeVantier LM, Turak E, Green AL, Kininmonth S, Stafford SM, Peterson N. 2010. The Coral Triangle. *Manuscript The Nature Conservancy*. Australia.
- Victor BC. 2015. How many coral reef fish species are there? Cryptic diversity and the new molecular taxonomy. In: Mora C (editor). *Ecology of Fishes on Coral Reefs*. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 76-87.
- Wallace CC, Turak E, De Vantier L. 2011. Novel characteristics in a conservative coral genus: three new species of *Astreopora* (Scleractinia: Acroporidae) from West Papua. *Journal of Natural History*, 45(31-32): 1905–1924.
- Walsh PS, Metzger DA, Higuchi R. 1991. Chelex-100 as medium for simple extraction of DNA for PCR based typing from forensic material. *Biotechniques*, 10(4): 506-513.
- Ward RD, Zemlak TS, Innes BH, Last PR, Herbert PDN. 2005. DNA Barcoding Australia's Fish Species. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 360(1462): 1847-1857.
- Yuwono T. 2006. *Teori dan Aplikasi Polymerase Chain Reaction*. Penerbit Andi. Yogyakarta. 240 hlm.

## Keanekaragaman sumber daya ikan demersal di perairan Pulau Ambon

[Diversity of demersal fish resources in Ambon Island waters]

Friesland Tuapetel<sup>1, 2✉</sup>, Delly DP Matrutty<sup>1</sup>, Welem Waileruny<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Pemanfaatan Sumber daya Perikanan FPIK Universitas Pattimura

<sup>2</sup>Masyarakat Ikhtologi Indonesia

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Pattimura Maluku Indonesia

Jl. Ir. M. Putuhena Kampus Unpatti Poka Ambon (97233)

Diterima: 6 Desember 2017; Disetujui: 11 September 2018

### Abstrak

Perairan Pulau Ambon termasuk daerah penangkapan sumber daya ikan demersal yang potensial, namun informasi keanekaragamannya masih sangat sedikit. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekayaan jenis dan keanekaragaman ikan demersal di perairan Pulau Ambon. Pengambilan data dilakukan dengan cara penangkapan eksperimental dengan menggunakan alat tangkap bubu pada dua lokasi yakni perairan utara (Maret-April 2015) dan perairan selatan Pulau Ambon (Juli-Oktober 2016). Metode analisis keanekaragaman sumber daya ikan demersal menggunakan beberapa indeks ekologi yakni indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, indeks keseragaman Pielou, dan indeks dominansi Simpson. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di perairan Pulau Ambon teridentifikasi 21 famili dan 57 spesies dengan rincian 35 spesies di perairan utara dan 32 spesies di perairan selatan. Status keanekaragaman jenis indeks Shannon-Wiener ( $H'$ ) berkisar 1,61-3,10 sedangkan indeks keseragaman jenis ( $E$ ) sebesar 0,83-0,95. Kelimpahan ikan demersal tidak ada yang dominan, ditunjukkan oleh indeks dominansi Simpson ( $D$ ) sebesar 0,05-0,26.

Kata penting: ikan demersal, indeks keanekaragaman, kekayaan jenis, Pulau Ambon

### Abstract

The waters surrounding Ambon Island is a potential fishing ground for demersal fish resources, yet information regarding species diversity is still slightly understood. This research aimed to analyze the diversity of species and size of demersal fish around Ambon Island oceans. Data was collected based on experimental fishing using fish trap at two locations, in northern and southern waters of Ambon Island. The data were collected by experimental capture using fishing gear at two locations, namely northern waters (March-April 2015) and south of Ambon Island (July-October 2016). Methods of demersal resource diversity analysis are several ecological indexes *i.e.* Shannon-Wiener diversity index, Pielou uniformity index, and Simpson's dominance index. The result showed that 21 family and 57 species with details of 35 species in the northern waters and 32 species in the southern water. Species diversity based on Shannon-Wiener Index ( $H'$ ) ranged between 1,61-3,10 while species evenness index ( $E$ ) was around 0,83-0,95. The abundance of demersal fish was not dominated by any fish species, showed by the average Simpson index of dominant ( $D$ ) around 0,05-0,26.

Keywords: demersal fish, diversity index, species richness, Ambon Island.

### Pendahuluan

Kondisi perairan Pulau Ambon secara umum cenderung masih bersih (Rumahlatu 2011, Litaay 2014, Putuhena *et al.* 2014, Rijal *et al.* 2018). Beragam sumber daya perikanan ditemukan di dalamnya, seperti lobster (Ongkers *et al.* 2014), ikan padang lamun (Latuconsina & Ambo 2013), ikan pelagis (Sihasale 2013, Ongkers 2017, Ongkers *et al.* 2017, Pattikawa *et al.* 2017), ikan hias (Edrus & Syam 2017), ikan karang (Limmon *et al.* 2017a; 2017b), dan ikan

demersal (Noija *et al.* 2014, Matrutty *et al.* 2017, Limmon *et al.* 2017c, Limmon & Pattikawa 2017). Ikan demersal yang dilaporkan oleh beberapa peneliti tersebut hanya terkait dengan potensi dan tingkat pemanfaatan, daerah penangkapan, serta satu dua spesies saja.

Aktivitas penangkapan nelayan di sekitar Pulau Ambon umumnya menggunakan pukat cincin (Hiariey & Baskoro 2011, Waileruny *et al.* 2014, Johannes *et al.* 2015, Ongkers *et al.* 2017), jaring insang (Peristiwady 2006, Latuconsina 2010, Hutubessy 2011, Latuconsina &

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: [friesland.tuapetel@fpik.unpatti.ac.id](mailto:friesland.tuapetel@fpik.unpatti.ac.id).

Ambo 2013, Ongkers *et al.* 2017,), huhate (Nanlohy *et al.* 2017, Naamin & Gafa 2017, Luhur & Yusuf 2017), bagan (Sangaji *et al.* 2014) pancing (Noija *et al.* 2014, Rahmat & Thamrin 2016) serta bubu (Tupamahu *et al.* 2013, Noija *et al.* 2014). Penangkapan ikan demersal di perairan Pulau Ambon menggunakan pancing (Peristiwady 2006, Noija *et al.* 2014, Matrutty *et al.* 2017) dan bubu (Noija *et al.* 2014, Matrutty *et al.* 2017). Akan tetapi analisis kekayaan dan keanekaragaman spesies ikan demersal yang tertangkap dengan kedua alat tersebut belum dilaporkan.

Berbagai penelitian tentang kekayaan jenis ikan demersal di perairan lainnya sudah banyak dilaporkan seperti di New Zealand (Leathwick *et al.* 2006) di Laut Carribean (García *et al.* 2007) di Laut Atlantik (Priede *et al.* 2010) di Laut Cina Timur (Chang *et al.* 2012) di Perairan Tarakan (Suprpto 2015) di Laut Cina Selatan (Wudianto & Sumiono 2008, Perangin Angin *et al.* 2017). Demikian halnya indeks keanekaragaman ikan demersal dilaporkan Bianchi *et al.* (2000), Magnussen (2002), Wudianto & Sumiono (2008), Chang *et al.* (2012), Suprpto (2015), Perangin Angin *et al.* (2017). Laporan tersebut menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies di suatu tempat dapat berbeda dengan tempat lain.

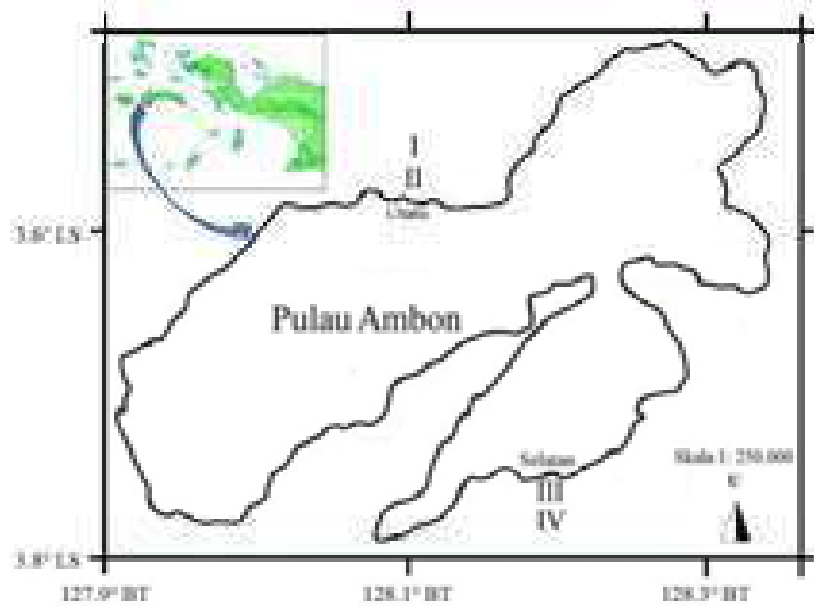
Pulau Ambon memiliki keanekaragaman hayati yang khas (Sihale 2013) serta variasi jenis karang yang beragam (Edinger *et al.* 2000). Terindikasi bahwa perairan utara Pulau Ambon memiliki sebaran terumbu karang lebih luas dibandingkan selatan Pulau Ambon (Edinger & Risk, 2000, Edinger *et al.* 2000). Menurut Kutti *et al.* (2014) sebaran karang yang luas merupakan habitat yang baik bagi ikan demersal, meskipun demikian penelitian keanekaragaman spesies ikan demersal di perairan

Pulau Ambon belum pernah dilakukan, padahal informasi ini penting sebagai dasar pengelolaan sumber daya perikanan khususnya ikan demersal bagi kemaslahatan masyarakat yang bermukim di sepanjang pesisir Pulau Ambon. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekayaan jenis dan keanekaragaman ikan demersal di perairan Pulau Ambon dan membandingkan antara perairan utara dengan perairan selatan.

### Bahan dan metode

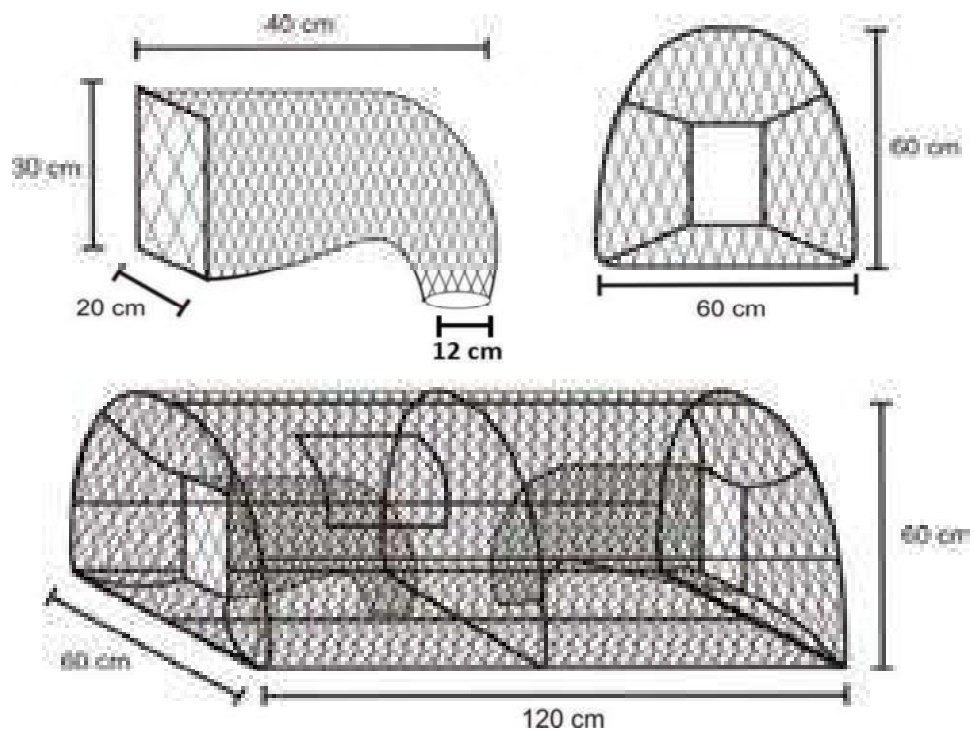
Penelitian dilakukan di perairan Ambon bagian utara dan bagian selatan (Gambar 1). Desa Hila Kabupaten Maluku Tengah mewakili perairan utara di mana terdapat stasiun I dan II, sedangkan Desa Hukurila Kota Ambon mewakili perairan selatan yang terdapat stasiun III dan IV. Topografi perairan utara lebih landai dan tidak langsung curam, sekitar 400 meter ke arah laut baru kedalaman mencapai 50 m. Berbeda dengan perairan selatan yang langsung curam sekitar 100 meter ke arah laut. Waktu pengambilan sampel ikan di utara Pulau Ambon pada Maret-April 2015 dan di perairan selatan Pulau Ambon Juli-Oktober 2016.

Pengambilan data spesies ikan dilakukan dengan cara penangkapan eksperimental (Romeo *et al.* 2014) dengan menggunakan alat tangkap bubu laut dalam (Gambar 2). Alat tangkap ini berukuran panjang 120 cm dengan lebar dan tinggi yang sama yakni 60 cm, memiliki dua pintu masuk *funnel* berbentuk leher angsa dengan diameter pintu sebesar 20 cm x 30 cm yang memudahkan ikan masuk tapi sulit keluar. Bubu diletakkan pada dua lokasi yang mewakili perairan utara dan selatan Pulau Ambon dengan kedalaman yang berbeda yakni di bawah atau sama dengan 50 meter ( $\leq 50$  m) dan di atas 50 meter ( $> 50$  m). Kisaran kedalaman



Sumber: Bakosurtanal, 2006

Gambar 1. Peta pengambilan sampel di perairan Pulau Ambon; I (stasiun utara >50 m), II (stasiun utara ≤50 m), III (stasiun selatan ≤50 m), IV (stasiun selatan >50 m)



Konstruksi: Delly Matrutty

Gambar 2. Bubu laut dalam dan bagian-bagiannya

ini dipilih dengan pertimbangan selain profil topografi perairan sekitar Pulau Ambon yang sangat dalam setelah beberapa meter dari garis pantai, juga untuk menjelaskan kekayaan jenis dan keanekaragaman ikan demersal yang tertangkap pada kedua lokasi dengan kedalaman yang berbeda.

Sampel yang dikoleksi dibawa ke laboratorium Iktiologi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Pattimura untuk diidentifikasi. Identifikasi ikan demersal mengacu kepada Froese & Pauly (2000), Carpenter & Niem (2001a, 2001b). Panjang total diukur menggunakan kaliper vernier dengan ketelitian 0,1 cm. Bobot tubuh setiap ikan ditimbang menggunakan timbangan elektrik berketelitian 0,1 g.

Analisis indeks keanekaragaman ( $H'$ ), keseragaman ( $E$ ), dan dominansi ( $D$ ) sesuai dengan formula dalam Krebs (1989).

Indeks keanekaragaman jenis dihitung dengan formula Shannon-Wiener

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

Keterangan:  $H'$  = indeks Shannon-Wiener,  $S$  = Jumlah spesies dalam sampel,  $p_i$  = proporsi spesies ke  $i$

Indeks keseragaman jenis dengan formula Pielou:

$$E = H' / \ln(S)$$

Keterangan:  $E$  = indeks Pielou,  $S$  = banyaknya spesies,  $H'$  = indeks Shannon-Wiener

Indeks dominansi jenis dengan formula Simpson

$$D = \sum p_i^2$$

Keterangan:  $D$  = indeks Simpson,  $p_i$  = proporsi spesies ke  $i$

Kekayaan jenis dan keanekaragaman ikan demersal di perairan Pulau Ambon dianalisis berdasarkan jumlah individu dan satuan bobot ikan, serta diuraikan berdasarkan lokasi pengambilan sampel yakni utara dan selatan Pulau Ambon.

## Hasil

### *Kekayaan Jenis*

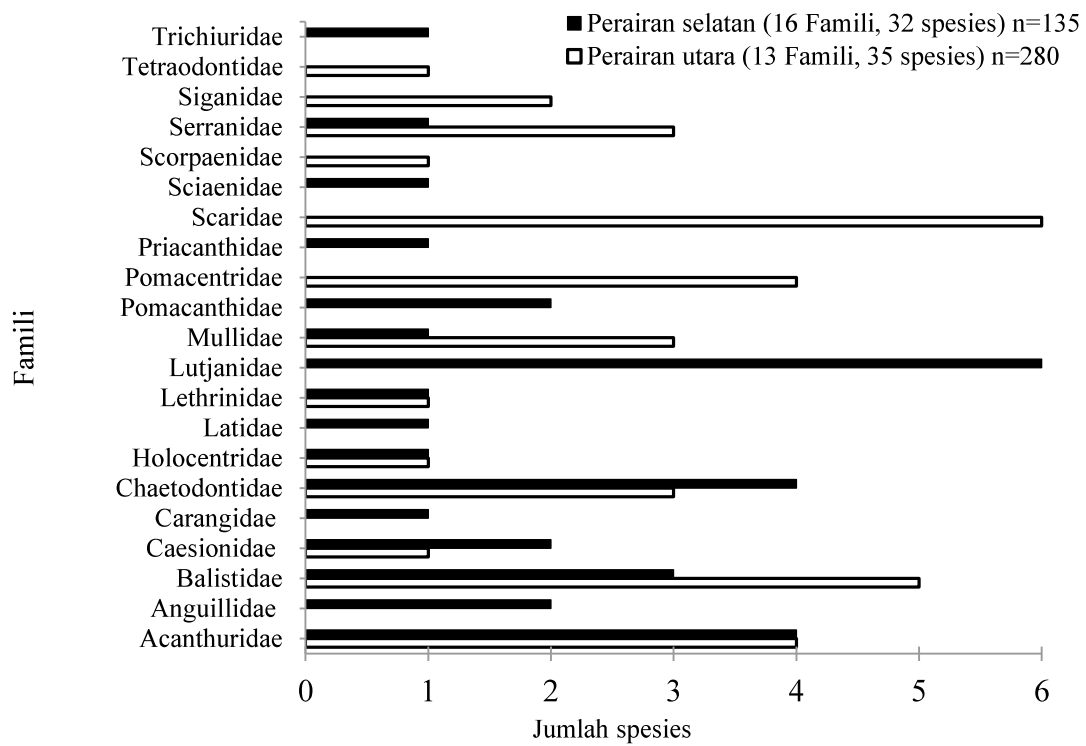
Jenis ikan yang diperoleh selama penelitian di perairan Pulau Ambon dengan menggunakan bubu terkoleksi sebanyak 57 spesies dari 21 famili dengan rincian 35 spesies di perairan utara dan 32 spesies di perairan selatan dengan total sampel 415 individu pada kisaran panjang 8-110 cm dan kisaran bobot 40-2588 cm (Tabel 1).

Acanthuridae, Balistidae, Chaetodontidae, Lutjanidae dan Scaridae memiliki jumlah spesies terbanyak yakni enam spesies (52,6%), diikuti Pomacentridae empat spesies (7,0%), Mullidae dan Serranidae masing-masing tiga spesies (5,3%). Selanjutnya famili Anguillidae, Caesionidae, Pomacanthidae dan Siganidae terwakili dua spesies masing-masing (3,5%), sedangkan sembilan famili lainnya diwakili oleh hanya satu spesies masing-masing (1,8%) (Gambar 3).

Komposisi jenis dan jumlah ikan yang tertangkap pada dua lokasi pengamatan berdasarkan stasiun yang berbeda secara terperinci tersaji pada Tabel 2. Stasiun I (utara > 50 m) diperoleh sampel ikan sebanyak 72 individu dan diklasifikasikan kedalam tiga famili yaitu Lethrinidae, Mullidae, dan Serranidae dengan tujuh spesies. Sementara itu, koleksi ikan pada stasiun II (utara ≤ 50 m) menghasilkan sampel ikan sejumlah 208 individu yang terdiri atas 11 famili dengan 29 spesies. Selanjutnya pada stasiun III (selatan ≤ 50 m) diperoleh 62 individu dengan tujuh famili dan 17 spesies, kemudian pada stasiun IV (selatan > 50 m) dikoleksi 73 individu dengan 10 famili dan 16 spesies, Mullidae merupakan famili yang ditemukan di semua stasiun pengamatan (Gambar 4).

Tabel 1. Komposisi jenis ikan yang tertangkap dengan bubu di Perairan Pulau Ambon

| No | Famili         | No | Spesies                               | Nama lokal         | Panjang (cm) | Bobot (g)  | Kedalaman (m) | Total |
|----|----------------|----|---------------------------------------|--------------------|--------------|------------|---------------|-------|
| 1  | Acanthuridae   | 1  | <i>Acanthurus pyroferus</i>           | Gutana satu        | 10 - 42      | 124 - 328  | ≤ 50          | 21    |
|    |                | 2  | <i>Zebrasoma veliferum</i>            | Gutana ekor cabang | 17 - 24      | 111 - 223  | ≤ 50          | 11    |
|    |                | 3  | <i>Ctenochaetus striatus</i>          | Gutana dua         | 15 - 27      | 80 - 146   | ≤ 50          | 3     |
|    |                | 4  | <i>Acanthurus nigricans</i>           | Gutana tiga        | 15 - 30      | 83 - 146   | ≤ 50          | 7     |
|    |                | 5  | <i>Naso hexacanthus</i>               | Kuli pasir         | 19 - 22      | 480 - 510  | ≤ 50          | 4     |
|    |                | 6  | <i>Naso vlamingii</i>                 | Kuli pasir biru    | 17 - 17      | 230 - 230  | ≤ 50          | 1     |
| 2  | Anguillidae    | 7  | <i>Anguilla bicolor</i>               | Sidat              | 60 - 95      | 140 - 180  | > 50          | 2     |
|    |                | 8  | <i>Anguilla marmorata</i>             | Morea              | 60 - 70      | 170 - 174  | > 50          | 2     |
| 3  | Balistidae     | 9  | <i>Pseudobalistes flavimarginatus</i> | Tatu mas           | 32 - 44      | 109 - 135  | ≤ 50          | 2     |
|    |                | 10 | <i>Pseudobalistes fuscus</i>          | Tatu strep         | 15 - 40      | 121 - 375  | ≤ 50          | 7     |
|    |                | 11 | <i>Balistapus undulatus</i>           | Tatu mulu tikus    | 18 - 26      | 75 - 116   | ≤ 50          | 6     |
|    |                | 12 | <i>Rhinecanthus verrucosus</i>        | Tatu bintik        | 8 - 21       | 540 - 1384 | ≤ 50          | 32    |
|    |                | 13 | <i>Sufflamen fraenatum</i>            | Pago tanduk        | 14 - 24      | 713 - 895  | ≤ 50          | 10    |
|    |                | 14 | <i>Odonus niger</i>                   | Pogo tanduk biru   | 12 - 22      | 246 - 378  | ≤ 50          | 4     |
| 4  | Caesionidae    | 15 | <i>Caesio lunaris</i>                 | Lalosi kuning      | 21 - 23      | 110 - 813  | ≤ 50          | 8     |
|    |                | 16 | <i>Pterocaesio tile</i>               | Lalosi             | 21 - 21      | 120 - 120  | ≤ 50          | 1     |
| 5  | Carangidae     | 17 | <i>Parastromateus niger</i>           | Bawal hitam        | 55 - 70      | 201 - 229  | > 50          | 3     |
| 6  | Chaetodontidae | 18 | <i>Heniochus acuminatus</i>           | Bendera            | 16 - 16      | 100 - 100  | ≤ 50          | 1     |
|    |                | 19 | <i>Heniochus chrysostomus</i>         | Buna               | 15 - 16      | 145 - 155  | ≤ 50          | 2     |
|    |                | 20 | <i>Chaetodon speculum</i>             | Daun-daun satu     | 9 - 16       | 45 - 733   | ≤ 50          | 43    |
|    |                | 21 | <i>Heniochus pleurotaenia</i>         | Daun-daun dua      | 10 - 15      | 43 - 47    | ≤ 50          | 2     |
|    |                | 22 | <i>Chaetodon trifasciatus</i>         | Daun-daun tiga     | 13 - 15      | 56 - 64    | ≤ 50          | 4     |
|    |                | 23 | <i>Chaetodon kleinii</i>              | Daun-daun empat    | 12 - 15      | 40 - 60    | ≤ 50          | 5     |
|    |                | 24 | <i>Myripristis hexagona</i>           | Gorara             | 15 - 25      | 100 - 300  | ≤ 50          | 8     |
| 8  | Latidae        | 25 | <i>Lates calcalifer</i>               | Kakap              | 60 - 70      | 350 - 360  | > 50          | 3     |
| 9  | Lethrinidae    | 26 | <i>Lethrinus ornatus</i>              | Sikuda             | 20 - 70      | 243 - 779  | > 50          | 11    |
| 10 | Lutjanidae     | 27 | <i>Etelis coruscans</i>               | Bae ekor bendera   | 70 - 110     | 699 - 781  | > 50          | 4     |
|    |                | 28 | <i>Aphareus rutilans</i>              | Bae gamuru         | 70 - 90      | 727 - 753  | > 50          | 3     |
|    |                | 29 | <i>Etelis radiosus</i>                | Bae laki-laki      | 65 - 77      | 590 - 794  | > 50          | 7     |
|    |                | 30 | <i>Etelis carbunculus</i>             | Bae perempuan      | 70 - 80      | 634 - 716  | > 50          | 7     |
|    |                | 31 | <i>Lutjanus campechanus</i>           | Kakap merah        | 44 - 60      | 92 - 128   | > 50          | 12    |
|    |                | 32 | <i>Pristipomoides filamentosus</i>    | Silapa             | 60 - 70      | 390 - 420  | > 50          | 4     |
|    |                | 33 | <i>Parupeneus barberinus</i>          | Salmaneti merah    | 14 - 40      | 170 - 570  | ≤ 50 & > 50   | 15    |
|    |                | 34 | <i>Parupeneus forsskali</i>           | Salmaneti putih    | 17 - 23      | 520 - 858  | > 50          | 9     |
| 12 | Pomacanthidae  | 35 | <i>Parupeneus indicus</i>             | Salmaneti spot     | 10 - 25      | 876 - 2588 | > 50          | 33    |
|    |                | 36 | <i>Centropyge bicolor</i>             | Daun-daun lima     | 13 - 18      | 42 - 48    | ≤ 50          | 2     |
|    |                | 37 | <i>Pygoplites diacanthus</i>          | Daun-daun enam     | 11 - 17      | 61 - 70    | ≤ 50          | 3     |
| 13 | Pomacentridae  | 38 | <i>Chromis chromis</i>                | Sain-sain hitam    | 8 - 10       | 68 - 82    | ≤ 50          | 4     |
|    |                | 39 | <i>Chromis xanthura</i>               | Sain-sain kuning   | 10 - 18      | 230 - 278  | ≤ 50          | 16    |
|    |                | 40 | <i>Chromis margaritifer</i>           | Sain-sain putih    | 10 - 17      | 121 - 167  | ≤ 50          | 10    |
|    |                | 41 | <i>Abudefduf lorenzi</i>              | Sain-sain strep    | 8 - 13       | 105 - 115  | ≤ 50          | 6     |
| 14 | Priacanthidae  | 42 | <i>Priacanthus tayenus</i>            | Mata bulan         | 50 - 60      | 98 - 122   | > 50          | 4     |
| 15 | Scaridae       | 43 | <i>Scarus dubius</i>                  | Kakatua            | 19 - 27      | 671 - 1413 | ≤ 50          | 9     |
|    |                | 44 | <i>Scarus ghobban</i>                 | Kakatua biru       | 26 - 28      | 642 - 784  | ≤ 50          | 3     |
|    |                | 45 | <i>Scarus rubroviolaceus</i>          | Kakatua merah      | 23 - 24      | 428 - 472  | ≤ 50          | 2     |
|    |                | 46 | <i>Scarus niger</i>                   | Kakatua hitam      | 20 - 25      | 655 - 801  | ≤ 50          | 5     |
|    |                | 47 | <i>Scarus rivulatus</i>               | Kakatua putih      | 19 - 24      | 466 - 628  | ≤ 50          | 3     |
|    |                | 48 | <i>Scarus dimidiatus</i>              | Tandeli            | 15 - 23      | 402 - 504  | ≤ 50          | 4     |
|    |                | 49 | <i>Johnius dussumieri</i>             | Gulamah            | 50 - 60      | 210 - 306  | > 50          | 7     |
| 17 | Scorpaenidae   | 50 | <i>Pterois antennata</i>              | Ikan bisa          | 18 - 18      | 100 - 100  | ≤ 50          | 1     |
| 18 | Serranidae     | 51 | <i>Epinephelus polyphekadion</i>      | Garopa hitam       | 20 - 70      | 240 - 990  | > 50          | 13    |
|    |                | 52 | <i>Epinephelus fuscoguttatus</i>      | Garopa macan       | 17 - 24      | 457 - 847  | > 50          | 7     |
|    |                | 53 | <i>Cephalopholis microprion</i>       | Garopa merah       | 17 - 23      | 349 - 765  | > 50          | 5     |
| 19 | Siganidae      | 54 | <i>Siganus canaliculatus</i>          | Samandar hitam     | 16 - 20      | 254 - 290  | ≤ 50          | 4     |
|    |                | 55 | <i>Siganus punctatus</i>              | Samandar kuning    | 16 - 21      | 268 - 342  | ≤ 50          | 4     |
| 20 | Tetraodontidae | 56 | <i>Arothron caeruleopunctatus</i>     | Poro bibi          | 16 - 21      | 132 - 186  | ≤ 50          | 4     |
| 21 | Trichiuridae   | 57 | <i>Lepturacanthus savala</i>          | Ikan Layur         | 60 - 70      | 903 - 1017 | > 50          | 2     |
|    |                |    |                                       |                    | 8 - 110      | 40 - 2588  |               | 415   |

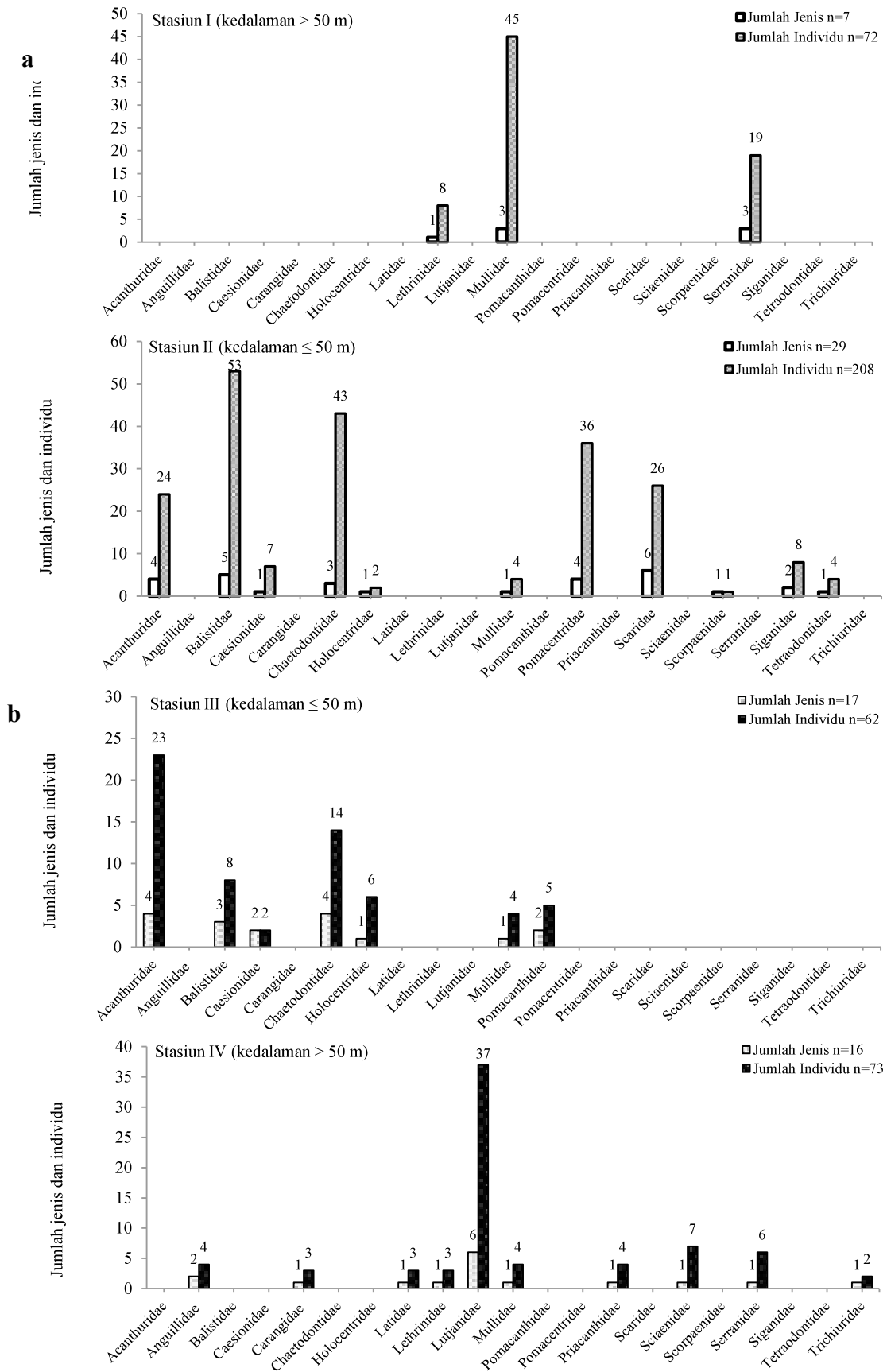


Gambar 3. Sebaran jumlah spesies dalam tiap famili ikan demersal di Perairan Ambon

Tabel 2. Komposisi jenis dan keanekaragaman ikan berdasarkan lokasi pengamatan

| No             | Spesies                               | Utara Ambon        |       |                           |       | Selatan Ambon              |       |                   |       |
|----------------|---------------------------------------|--------------------|-------|---------------------------|-------|----------------------------|-------|-------------------|-------|
|                |                                       | Stasiun I (> 50 m) |       | Stasiun II ( $\leq$ 50 m) |       | Stasiun III ( $\leq$ 50 m) |       | Stasiun IV (>50m) |       |
|                |                                       | $\Sigma$ (ind.)    | B (g) | $\Sigma$ (ind.)           | B (g) | $\Sigma$ (ind.)            | B (g) | $\Sigma$ (ind.)   | B (g) |
| 1              | <i>Acanthurus pyroferus</i>           | 0                  | 0     | 15                        | 328   | 6                          | 124   | 0                 | 0     |
| 2              | <i>Zebрасoma veliferum</i>            | 0                  | 0     | 4                         | 223   | 7                          | 112   | 0                 | 0     |
| 3              | <i>Ctenochaetus striatus</i>          | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 3                          | 113   | 0                 | 0     |
| 4              | <i>Acanthurus nigicans</i>            | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 7                          | 114   | 0                 | 0     |
| 5              | <i>Naso hexacanthus</i>               | 0                  | 0     | 4                         | 495   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 6              | <i>Naso vlamingii</i>                 | 0                  | 0     | 1                         | 230   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 7              | <i>Anguilla bicolor</i>               | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 2                 | 160   |
| 8              | <i>Anguilla marmorata</i>             | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 2                 | 172   |
| 9              | <i>Pseudobalistes flavimarginatus</i> | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 2                          | 122   | 0                 | 0     |
| 10             | <i>Pseudobalistes fuscus</i>          | 0                  | 0     | 5                         | 375   | 2                          | 121   | 0                 | 0     |
| 11             | <i>Balistapus undulatus</i>           | 0                  | 0     | 2                         | 75    | 4                          | 116   | 0                 | 0     |
| 12             | <i>Rhinecanthus verrucosus</i>        | 0                  | 0     | 32                        | 962   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 13             | <i>Sufflamen fraenatum</i>            | 0                  | 0     | 10                        | 804   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 14             | <i>Odonus niger</i>                   | 0                  | 0     | 4                         | 312   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 15             | <i>Caesio lunaris</i>                 | 0                  | 0     | 7                         | 813   | 1                          | 110   | 0                 | 0     |
| 16             | <i>Pterocaesio tile</i>               | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 1                          | 120   | 0                 | 0     |
| 17             | <i>Parastromateus niger</i>           | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 3                 | 215   |
| 18             | <i>Heniochus acuminatus</i>           | 0                  | 0     | 1                         | 100   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 19             | <i>Heniochus chrysostomus</i>         | 0                  | 0     | 2                         | 150   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 20             | <i>Chaetodon speculum</i>             | 0                  | 0     | 40                        | 733   | 3                          | 45    | 0                 | 0     |
| 21             | <i>Heniochus pleurotaenia</i>         | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 2                          | 45    | 0                 | 0     |
| 22             | <i>Chaetodon trifasciatus</i>         | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 4                          | 60    | 0                 | 0     |
| 23             | <i>Chaetodon kleinii</i>              | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 5                          | 50    | 0                 | 0     |
| 24             | <i>Myripristis hexagona</i>           | 0                  | 0     | 2                         | 100   | 6                          | 300   | 0                 | 0     |
| 25             | <i>Lates calcalifer</i>               | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 3                 | 355   |
| 26             | <i>Lethrinus ornatus</i>              | 8                  | 243   | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 3                 | 779   |
| 27             | <i>Etelis coruscans</i>               | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 4                 | 740   |
| 28             | <i>Aphareus rutilans</i>              | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 3                 | 740   |
| 29             | <i>Etelis radius</i>                  | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 7                 | 692   |
| 30             | <i>Etelis carbunculus</i>             | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 7                 | 675   |
| 31             | <i>Lutjanus campechanus</i>           | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 12                | 110   |
| 32             | <i>Pristipomoides filamentosus</i>    | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 4                 | 405   |
| 33             | <i>Parupeneus barberinus</i>          | 3                  | 60    | 4                         | 110   | 4                          | 275   | 4                 | 295   |
| 34             | <i>Parupeneus forsskali</i>           | 9                  | 689   | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 35             | <i>Parupeneus indicus</i>             | 33                 | 1732  | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 36             | <i>Centropyge bicolor</i>             | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 2                          | 45    | 0                 | 0     |
| 37             | <i>Pygoplites diacanthus</i>          | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 3                          | 65    | 0                 | 0     |
| 38             | <i>Chromis chromis</i>                | 0                  | 0     | 4                         | 75    | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 39             | <i>Chromis xanthura</i>               | 0                  | 0     | 16                        | 254   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 40             | <i>Chromis margaritifer</i>           | 0                  | 0     | 10                        | 144   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 41             | <i>Abudefduf lorenzi</i>              | 0                  | 0     | 6                         | 110   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 42             | <i>Priacanthus tayenus</i>            | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 4                 | 110   |
| 43             | <i>Scarus dubius</i>                  | 0                  | 0     | 9                         | 1042  | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 44             | <i>Scarus ghobban</i>                 | 0                  | 0     | 3                         | 713   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 45             | <i>Scarus rubroviolaceus</i>          | 0                  | 0     | 2                         | 450   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 46             | <i>Scarus niger</i>                   | 0                  | 0     | 5                         | 728   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 47             | <i>Scarus rivulatus</i>               | 0                  | 0     | 3                         | 547   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 48             | <i>Scarus dimidiatus</i>              | 0                  | 0     | 4                         | 453   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 49             | <i>Johnius dussumieri</i>             | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 7                 | 258   |
| 50             | <i>Pterois antennata</i>              | 0                  | 0     | 1                         | 100   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 51             | <i>Epinephelus polyphekadion</i>      | 7                  | 240   | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 6                 | 991   |
| 52             | <i>Epinephelus fuscoguttatus</i>      | 7                  | 652   | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 53             | <i>Cephalopholis microprion</i>       | 5                  | 557   | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 54             | <i>Siganus canaliculatus</i>          | 0                  | 0     | 4                         | 272   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 55             | <i>Siganus punctatus</i>              | 0                  | 0     | 4                         | 305   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 56             | <i>Arothron caeruleopunctatus</i>     | 0                  | 0     | 4                         | 159   | 0                          | 0     | 0                 | 0     |
| 57             | <i>Lepturacanthus savala</i>          | 0                  | 0     | 0                         | 0     | 0                          | 0     | 2                 | 960   |
| Total          |                                       | 72                 | 4173  | 208                       | 11162 | 62                         | 1937  | 73                | 7657  |
| Jumlah Spesies |                                       | 7                  |       | 29                        |       | 17                         |       | 16                |       |

Keterangan:  $\Sigma$  (jumlah), B (bobot). Jumlah spesies utara: 35 spesies dan selatan: 32 spesies

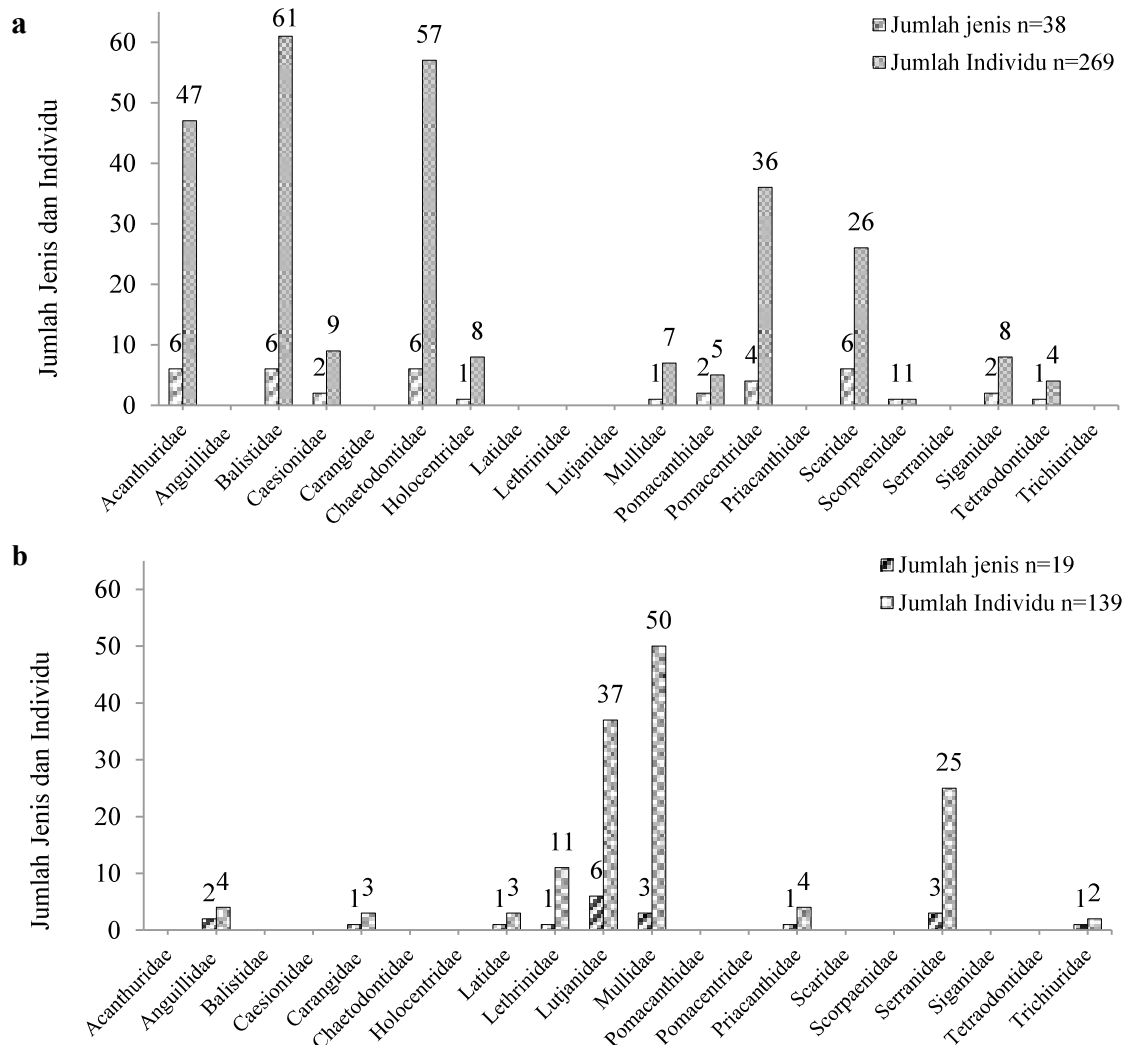


Gambar 4. Jumlah jenis dan individu yang terkoleksi berdasarkan lokasi pengamatan. a. Perairan utara (Stasiun I & II), b. Perairan selatan (Stasiun III & IV).

Selama penelitian ditemukan lima famili dengan jumlah jenis dan individu terbanyak dijumpai pada kedalaman  $\leq 50$  m yakni: Balistidae, Chaetodontidae, Acanthuridae, Pomacentridae, dan Scaridae. Pada kedalaman  $> 50$  m didominasi oleh empat famili yaitu: Lutjanidae, Mullidae, Serranidae, dan Lethrinidae (Gambar 5).

Pada Gambar 5 terlihat bahwa pada kedalaman di bawah atau sama dengan 50 meter tidak

terdapat famili Anguillidae, Carangidae, Latidae, Lethrinidae, Lutjanidae, Priacanthidae, Serranidae dan Trichiuridae. Selanjutnya pada kedalaman di atas 50 meter tidak ditemukan Acanthuridae, Balistidae, Caesionidae, Chaetodontidae, Holocentridae, Pomacanthidae, Pomacentridae, Scaridae, Scorpaenidae, Siganidae dan Tetraodontidae.



Gambar 5. Jumlah jenis dan individu ikan yang dikoleksi di perairan pulau Ambon (Gabungan perairan utara dan selatan Pulau Ambon) a. Kedalaman  $\leq 50$  m, b. Kedalaman  $> 50$  m.

Tabel 3. Indeks keanekaragaman jenis, indeks keseragaman dan indeks dominasi berdasarkan lokasi pengamatan

| Parameter | Utara Ambon       |              |                           |              | Selatan Ambon              |              |                    |              |
|-----------|-------------------|--------------|---------------------------|--------------|----------------------------|--------------|--------------------|--------------|
|           | Stasiun I (>50 m) |              | Stasiun II ( $\leq 50$ m) |              | Stasiun III ( $\leq 50$ m) |              | Stasiun IV (>50 m) |              |
|           | Jumlah<br>(n)     | Bobot<br>(g) | Jumlah<br>(n)             | Bobot<br>(g) | Jumlah<br>(n)              | Bobot<br>(g) | Jumlah<br>(n)      | Bobot<br>(g) |
| H'        | 1,63              | 1,61         | 2,88                      | 3,10         | 2,69                       | 2,67         | 2,63               | 2,57         |
| E         | 0,84              | 0,83         | 0,85                      | 0,92         | 0,95                       | 0,94         | 0,95               | 0,93         |
| D         | 0,26              | 0,25         | 0,09                      | 0,05         | 0,07                       | 0,08         | 0,08               | 0,09         |

Keterangan: H' (indeks keanekaragaman), E (indeks keseragaman), D (indeks dominasi).

#### Indeks keanekaragaman

Tabel 3 menyajikan beberapa indeks keanekaragaman berdasarkan lokasi pengamatan yang selanjutnya dirinci berdasarkan kedalaman pada setiap stasiun. Berdasarkan tabel tersebut, Indeks Shannon-Wiener (H') di Utara Ambon pada stasiun satu (1,61-1,63) dan stasiun dua (2,88-3,10). Nilai H' di lokasi Selatan Ambon yakni pada stasiun tiga (2,67-2,69) dan stasiun empat (2,57-2,63).

Selanjutnya indeks keseragaman (E) di utara dan selatan Ambon pada keempat stasiun menunjukkan nilainya di atas 0,6 dengan perincian sebagai berikut; stasiun I (0,83-0,84), stasiun II (0,85-0,92), stasiun III (0,94-0,95) dan stasiun IV (0,93-0,95). Hal senada ditemui pada indeks Simpson (D), di mana secara keseluruhan di kedua lokasi pengamatan tidak ada spesies yang mendominasi perairan karena nilai D di bawah 0,5 dengan perincian stasiun I (0,25-0,26), stasiun II (0,05-0,09), stasiun III (0,07-0,08), stasiun IV (0,08-0,09).

Walaupun demikian secara terperinci berdasarkan jumlah individu pada setiap stasiun pengamatan (Tabel 2), menunjukkan bahwa *Parupeneus indicus* merupakan jenis ikan dengan jumlah terbanyak di stasiun satu, stasiun dua *Chaetodon speculum*, stasiun tiga *Zebrasoma veliferum* dan *Acanthurus nigricans*, stasiun empat *Lutjanus campechanus*.

#### Pembahasan

##### Kekayaan Jenis

Kekayaan jenis ikan demersal di perairan Pulau Ambon bagian utara maupun selatan berbeda. Hasil analisis menunjukkan bahwa dari 57 jenis ikan yang diperoleh, 35 jenis ikan ditemukan di perairan utara, sedangkan 32 jenis di perairan selatan Pulau Ambon. Terdapat 10 jenis ikan yang sama ditemukan di dua perairan Pulau Ambon yaitu: *Acanthurus pyroferus*, *Zebrasoma veliferum*, *Pseudobalistes fuscus*, *Balistapus undulatus*, *Caesio lunaris*, *Chaetodon speculum*, *Myripristis hexagona*, *Lethrinus ornatus*, *Parupeneus barberinus*, *Epinephelus polyphekadion*. Secara umum didapati keragaman ikan demersal di perairan utara lebih banyak dibandingkan dengan perairan Selatan Ambon membuktikan hasil penelitian Edinger & Risk (2000) dan Edinger *et al.* (2000) bahwa sebaran tutupan terumbu karang di perairan utara lebih luas dibandingkan dengan perairan selatan Ambon, karena hamparan terumbu karang yang luas merupakan salah satu habitat yang baik bagi ikan demersal (Kutti *et al.* 2014).

Fakta ini diperkuat dengan hasil pengamatan di lapangan selain sebaran terumbu karang yang luas juga terdapat ekosistem lamun dan mangrove lebih banyak ditemui di pesisir perairan utara Pulau Ambon dibandingkan dengan selatan Pulau Ambon, sehingga turut memengaruhi keanekaragaman spesies yang hidup di dalamnya. Hal ini sejalan dengan pen-

dapat Asriyana *et al.* (2009) dan Simanjuntak *et al.* (2011) bahwa keragaman ikan yang ditemukan di perairan Teluk Kendari dan Teluk Bintuni tidak terlepas dari keberadaan ekosistem mangrove di sekitar kedua teluk tersebut.

Fakta menarik lain yang ditemukan dalam penelitian ini, yaitu meskipun perairan utara memiliki jumlah jenis yang lebih tinggi daripada perairan selatan Ambon, namun hasil penelitian menunjukkan bahwa pada jenis ikan yang sama di dua lokasi memiliki rata-rata ukuran tubuh dan bobot lebih besar pada ikan yang ditemui di perairan selatan daripada di perairan utara (Tabel 4). Perbedaan tersebut terlihat pada *Lethrinus ornatus* dan *Epinephelus polyphekadion*, hal ini diduga karena intensitas penangkapan di perairan utara lebih tinggi daripada perairan selatan. Target nelayan ialah menangkap ikan yang berukuran besar dan jika intensitas penangkapan terus meningkat pada area yang sama, maka ukuran ikan berikut yang tertangkap tentulah berukuran lebih kecil dibandingkan hasil tangkapan sebelumnya. Selain tekanan penangkapan diduga karena ekosistem terumbu karang di perairan selatan lebih terpelihara karena ada kearifan lokal yang dikenal dengan nama 'sasi' oleh masyarakat setempat, yaitu tidak boleh melaku-

kan penangkapan pada area karang dengan menggunakan bubu dan jaring insang dasar, kecuali dengan pancing. Pada perairan utara, sasi tidak diberlakukan oleh masyarakat setempat, sehingga nelayan di utara pulau Ambon boleh menggunakan alat tangkap apa saja di sekitar area terumbu karang, termasuk diantaranya bubu dan jaring insang. Hal ini yang menyebabkan kerusakan pada area terumbu karang di perairan utara Pulau Ambon, fakta ini didukung dengan hasil observasi lapangan serta wawancara dengan nelayan setempat.

Berdasarkan jumlah jenis dan individu (Gambar 4), famili yang mendominasi perairan utara pada kedalaman > 50 m yakni Mullidae. Menurut Putra *et al.* (2015), tempat hidup famili ini adalah daerah berpasir dan patahan karang. Berbeda pada kedalaman  $\leq 50$  m, di perairan utara yang didominasi oleh Balistidae dan Chaetodontidae. Keberadaan Balistidae dan Chaetodontidae menunjukkan bahwa terumbu karang pada kedalaman  $\leq 50$  m masih dalam kategori baik. Selain itu, Balistidae dan Chaetodontidae bukan merupakan spesies target, sebab memiliki nilai jual yang relatif rendah bila dibandingkan dengan Mullidae yang banyak dijumpai di kedalaman > 50 m.

Tabel 4. Spesies yang sama di perairan utara dan selatan Pulau Ambon

| Spesies/ Lokasi                  | Utara Ambon     |              |           | Selatan Ambon   |              |           |
|----------------------------------|-----------------|--------------|-----------|-----------------|--------------|-----------|
|                                  | Jumlah individu | Panjang (cm) | Bobot (g) | Jumlah individu | Panjang (cm) | Bobot (g) |
| <i>Acanthurus pyroferus</i>      | 15              | 42           | 328       | 6               | 10           | 124       |
| <i>Zebrasoma veliferum</i>       | 4               | 24           | 223       | 7               | 18           | 112       |
| <i>Pseudobalistes fuscus</i>     | 5               | 40           | 375       | 2               | 15           | 121       |
| <i>Balistapus undulatus</i>      | 2               | 18           | 75        | 4               | 26           | 116       |
| <i>Caesio lunaris</i>            | 7               | 23           | 813       | 1               | 21           | 110       |
| <i>Chaetodon speculum</i>        | 40              | 16           | 733       | 3               | 9            | 45        |
| <i>Myripristis hexagona</i>      | 2               | 15           | 100       | 6               | 25           | 300       |
| <i>Lethrinus ornatus</i>         | 8               | 20*          | 243*      | 3               | 70*          | 779*      |
| <i>Parupeneus barberinus</i>     | 7               | 14           | 170       | 8               | 40           | 570       |
| <i>Epinephelus polyphekadion</i> | 7               | 20*          | 240*      | 6               | 70*          | 991*      |
| Rata-rata                        | 10              | 23           | 330       | 5               | 30           | 327       |

\* berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) uji t

Acanthuridae merupakan famili yang mendominasi perairan selatan pada kedalaman  $\leq 50$  m, sedangkan Lutjanidae mendominasi kedalaman  $> 50$  m. Perbedaan ini diduga karena topografi perairan selatan Pulau Ambon langsung curam setelah 100 m ke arah laut. Pendapat yang sama juga dikemukakan oleh Matrutty *et al.* (2017) yang mengungkapkan bahwa pada area tubir (*slope*) di perairan selatan Pulau Ambon dijumpai enam spesies dari famili Lutjanidae yang mendominasi hasil tangkapan.

Hasil penelitian berdasarkan kedalaman perairan keduanya baik utara dan selatan (Gambar 5) menunjukkan bahwa pada perairan dangkal dengan kedalaman  $\leq 50$  m ditemukan 38 jenis dengan total jumlah individu 269, semakin berkurang pada kedalaman  $> 50$  m dijumpai hanya 19 jenis dan jumlah individu 139. Penelitian terkait keragaman spesies berdasarkan kedalaman perairan juga dilaporkan oleh Perangin Angin *et al.* (2017), yang menemukan hal yang sama yakni makin dalam perairan jumlah jenis dan famili semakin berkurang. Namun hasil ini berbeda dengan yang ditemukan Leathwick *et al.* (2006) yang menyebutkan bahwa kekayaan spesies terjadi justru pada kedalaman di atas 900 meter.

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh informasi bahwa perairan utara pada kedalaman  $\leq 50$  m memiliki rata-rata panjang dan bobot ikan yaitu 19 cm dan 385 g lebih kecil ukurannya bila dibandingkan dengan rata-rata panjang dan bobot ikan di kedalaman  $> 50$  m yakni 20 cm dan 596 g. Informasi tersebut seiring dengan hasil yang diper-

oleh pada perairan selatan, di mana rata-rata panjang dan bobot ikan di kedalaman  $> 50$  m berukuran lebih besar daripada ukuran ikan pada kedalaman  $\leq 50$  m. Selanjutnya jika dibandingkan berdasarkan kedalaman yang sama antara perairan utara dan selatan, rata-rata panjang dan bobot ikan pada kedalaman  $\leq 50$  m ialah 20 cm dan 249 g, sedangkan ikan yang dikoleksi pada kedalaman  $> 50$  m berukuran lebih besar dengan rata-rata panjang tubuh 42 cm dan bobot 537 g. Hasil ini membuktikan bahwa ikan yang berukuran lebih kecil dijumpai pada perairan  $\leq 50$  m, sedangkan ukuran besarnya ditemukan di perairan yang lebih dalam  $> 50$  m. Pendapat yang sama dikemukakan pula oleh Perangin Angin *et al.* (2017) yang melaporkan bahwa ikan yang berukuran kecil banyak ditemukan di perairan dangkal, sedangkan ukuran besar berada pada perairan yang lebih dalam.

Selain itu ukuran ikan dapat berbeda karena makanan yang dikonsumsi (Asriyana & Irawati 2018). Menurut Dhahiyat *et al.* (2003) kesukaan makanan ikan karang yakni alga, krus-tasea, moluska, polip karang dan ikan kecil. Prihatiningsih *et al.* (2017) menyebutkan bahwa makanan utama kakap merah famili Lutjanidae ialah ikan dan kepiting. Selanjutnya Simanjuntak & Zahid (2009) menyebutkan bahwa ikan yang berukuran besar dapat memanfaatkan berbagai jenis sumberdaya makanan dari ukuran kecil sampai besar. Perbedaan ukuran ikan antara perairan utara dan selatan Pulau Ambon diduga se-

Tabel 5. Perbandingan panjang bobot di dua perairan dengan kedalaman yang berbeda

| Kedalaman/lokasi | Perairan utara |           | Perairan selatan |           |
|------------------|----------------|-----------|------------------|-----------|
|                  | Panjang (cm)   | Bobot (g) | Panjang (cm)     | Bobot (g) |
| $\leq 50$ meter  | 19             | 385       | 21               | 114       |
| $> 50$ meter     | 20             | 596       | 66               | 479       |

lain karena ekosistem terumbu karang yang masih terpelihara di bagian selatan, juga diduga karena pengaruh kesuburan perairan yang berbeda. Perairan selatan terhubung langsung dengan Laut Banda, sedangkan perairan selatan dengan Laut Seram. Menurut Sediadi (2004) pada musim timur (Agustus) terjadi *upwelling* yang menyebabkan perairan sekitar Laut Banda menjadi subur dengan melimpahnya fitoplankton. Fitoplankton yang melimpah diduga turut berkontribusi bagi ukuran ikan demersal di sekitar perairan selatan dibandingkan dengan perairan utara Pulau Ambon.

#### *Indeks Keanekaragaman*

Hasil analisis Indeks Keanekaragaman Shannon ( $H'$ ), Indeks Keseragaman Pielou ( $E$ ) dan Indeks Dominansi Simpson ( $D$ ) ikan demersal diperoleh hasil seperti pada Tabel 3. Indeks keanekaragaman jenis di utara pada kedalaman >50 m nilainya 1,61-1,63 relatif lebih rendah bila dibandingkan dengan tiga stasiun lainnya; di perairan utara  $\leq 50$  m nilainya 2,88-3,10, sedangkan perairan selatan  $\leq 50$  m nilainya 2,67-2,69 dan pada kedalaman >50 m nilainya 2,57-2,63.

Meskipun daerah tutupan karang di perairan utara Pulau Ambon lebih luas daripada perairan selatan (Edinger & Risk 2000, Edinger *et al.* 2000), namun hasil observasi menunjukkan bahwa terumbu karang di perairan selatan lebih terpelihara dibandingkan dengan di perairan utara. Kerusakan ekosistem terumbu karang akan mendorong ikan mencari lingkungan lain yang sesuai (Tebaiy *et al* 2014, Hartati & Rahman 2016). Kerusakan cukup parah ekosistem terumbu karang di utara stasiun I memengaruhi keragaman ikan di stasiun tersebut sehingga mengakibatkan nilai indeks keanekaragaman menjadi rendah. Riswandha *et al.*

(2015) juga melaporkan hal yang sama bahwa nilai keanekaragaman larva ikan rendah akibat ekosistem mangrove mengalami kerusakan.

Berdasarkan kedalaman perairan di kedua lokasi penelitian, diperoleh informasi bahwa nilai keanekaragaman semakin kecil dengan bertambahnya kedalaman. Hal ini diduga karena topografi perairan Pulau Ambon yang sangat curam setelah beberapa meter dari garis pantai, sehingga mengakibatkan ekosistem terumbu karang akan sulit tumbuh karena penetrasi cahaya matahari semakin berkurang. Menurut Santoso & Kardono (2008) terumbu karang akan berkurang kepadatannya pada kedalaman lebih besar dari 40 m. Selanjutnya keragaman ikan akan ikut menurun dengan bertambahnya kedalaman yang pada akhirnya memengaruhi nilai indeks yang cenderung kecil pada kedalaman >50 m. Hasil ini berbeda dengan yang dilaporkan oleh Chang *et al.* (2012) dan Perangin Angin *et al.* (2017) bahwa indeks keanekaragaman cenderung semakin meningkat bila mengarah ke laut. Hal ini diduga karena perbedaan topografi. Perairan Ambon memiliki topografi yang khas dengan banyaknya tubir (*slope*) berbeda dengan perairan lainnya.

Indeks keseragaman ikan demersal di perairan Pulau Ambon rata-rata di atas 0,8 yang berarti bahwa komunitasnya tergolong stabil. Namun jika dibandingkan antara perairan utara dan selatan Pulau Ambon, diperoleh nilai keseragaman pada perairan selatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perairan utara. Nilai indeks keseragaman di perairan utara pada kedalaman  $\leq 50$  m yakni 0,85-0,92, sedangkan pada kedalaman > 50 m relatif lebih menurun yakni 0,83-0,84. Pada perairan selatan relatif lebih stabil antara kedua kedalaman dengan rincian sebagai berikut, pada kedalaman  $\leq 50$  m nilainya

0,94-0,95 dan kedalaman > 50 m ialah 0,93-0,95. Menurut Simanjuntak *et al.* (2006), menurunnya keragaman jenis ikan terkait erat dengan kerusakan habitat, sehingga diduga bahwa penurunan nilai indeks keseragaman di utara pada kedalaman >50 m dipengaruhi oleh kerusakan ekosistem terumbu karang.

Loiseau *et al.* (2016) menyatakan bahwa semakin tinggi nilai indeks dominansi mencerminkan kondisi habitat yang buruk sehingga hanya populasi tertentu yang mampu untuk beradaptasi sehingga dapat bertahan hidup dan berkembang biak. Indeks dominansi di utara Ambon khususnya pada stasiun I dengan kedalaman >50 m lebih tinggi nilainya dibandingkan dengan keempat stasiun lainnya. Fakta ini memperjelas bahwa kondisi habitat terumbu karang yang rusak menyebabkan hanya spesies tertentu saja yang mampu bertahan hidup di sana dan spesies yang banyak dijumpai pada stasiun ini ialah *Parupeneus indicus*. Ikan ini merupakan spesies yang hidup pada area terumbu karang serta berkemampuan adaptasi cukup tinggi, namun jika habitatnya tidak dijaga atau dikembalikan seperti semula, dikuatirkan spesies ini dapat berpindah ke ekosistem lainnya. Latuconsina *et al.* (2014) dan Tebaiy *et al.* (2014) menemukan famili Mullidae yang di dalamnya terdapat *Parupeneus* sp. berpindah pada ekosistem lamun untuk mencari makanan, karena setiap spesies memiliki batas toleransi tertentu untuk menyesuaikan kondisi habitatnya yang telah rusak.

### Simpulan

Kekayaan jenis serta keanekaragaman ikan demersal di perairan utara dan selatan Pulau Ambon berbeda. Perairan utara memiliki jumlah jenis yang lebih tinggi, namun jenis ikan yang sama lebih kecil ukurannya dibandingkan ikan di perairan selatan. Berdasarkan kedalaman perair-

an keanekaragaman jenis semakin berkurang dengan bertambahnya kedalaman. Komunitas ikan di Perairan Pulau Ambon memiliki keanekaragaman, keseragaman, dan dominasi jenis berbeda mengindikasikan adanya perbedaan kondisi ekologis dan juga tekanan penangkapan.

Upaya konservasi dan rehabilitasi lingkungannya perlu diperhatikan secara serius untuk menjamin keanekaragaman sumber daya ikan demersal di perairan Pulau Ambon tetap terjaga baik untuk masa kini maupun masa yang akan datang.

### Persantunan

Ucapan terima kasih kepada pemerintah Republik Indonesia *cq.* Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas bantuan dana Penelitian prioritas nasional Masterplan percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi Indonesia (MP3EI). Ucapan yang sama disampaikan kepada semua pihak yang turut berkontribusi baik pengumpulan data lapangan maupun dalam proses menyunting naskah tulisan, sehingga penulisan ini dapat diselesaikan.

### Daftar pustaka

- Asriyana, Rahardjo MF, Sukimin S, Lumban Batu DF, Kartamihardja ES. 2009. Keanekaragaman ikan di perairan Teluk Kendari, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 9(2): 97-112.
- Asriyana A, Irawati N. 2018. Makanan dan strategi pola makan ikan kuniran *Upeneus sulphureus*, Cuvier (1829) di perairan Teluk Kendari, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(1): 23-39.
- Bianchi G, Gislason H, Gaham K, Hill L, Jin X, Koranteng K, Manickchand-Heileman S, Paya I, Sainsbury K, Sanchez F, Zwanenburg K. 2000. Impact of fishing on size composition and diversity of demersal fish communities. *ICES Journal of Marine Science*, 57(3): 558-571.
- Carpenter KE, Niem VH. 2001a. *FAO species identification guide for fishery purposes*.

- The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 5. Bony fishes part 3 (Menidae to Pomacentridae).*
- Carpenter KE, Niem VH. 2001b. *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 6. Bony fishes part 4 (Labridae to Latimeriidae), estuarine crocodiles, sea turtles, sea snakes and marine mammals.* FAO Library.
- Chang NN, Shiao JC, Gong GC. 2012. Diversity of demersal fish in the East China Sea: Implication of eutrophication and fishery. *Continental Shelf Research*, 47(1): 42-54.
- Dhahiyat Y, Sinuhaji D, Hamdani H. 2003. Struktur komunitas ikan karang di daerah transplantasi karang Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 3(2), 87-94.
- Edinger EN, Kolasa J, Risk MJ. 2000. Biogeographic variation in coral species diversity on coral reefs in three regions of Indonesia. *Diversity and Distributions*, 6(3): 113-127.
- Edinger EN, Risk MJ. 2000. Reef classification by coral morphology predicts coral reef conservation value. *Biological Conservation*, 92(1): 1-13.
- Edrus IN, Syam AR. 2017. Sebaran ikan hias suku Chaetodontidae di perairan karang Pulau Ambon dan peranannya dalam penentuan kondisi terumbu karang. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 4(3): 1-10.
- Froese R, Pauly D. 2000. *FishBase 2000: concepts designs and data sources* (Vol. 1594). WorldFish.
- García CB, Duarte LO, Altamar J, Manjarrés LM. 2007. Demersal fish density in the upwelling ecosystem off Colombia, Caribbean Sea: Historic outlook. *Fisheries Research*, 85(1-2): 68-73.
- Hartati ST, Rahman A. 2016. Kesehatan terumbu karang dan struktur komunitas ikan di perairan Pantai Pangandaran, Jawa Barat. *Bawal Widya Riset Perikanan Tangkap*, 8(1): 37-48.
- Hiarrey J, Baskoro MS. 2011. Fishing capacity of the small-pelagic fishery at Banda Sea, Moluccas. *Journal of Coastal Development*, 14(2): 115-124.
- Hutubessy G. 2011. Encircling gillnet selectivity for oxeye scad (selar boops cuvier, 1833) in the coast of Waai, Ambon Island. *Journal of Coastal Development*, 14(2): 125-130.
- Johannes S, Wisudo SH, Nurani TW. 2015. Analisis faktor produksi dan kelayakan usaha perikanan purse seine di Kecamatan Salahutu Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Aplikasi Manajemen*, 13(2): 335-343.
- Krebs CJ. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publisher, New York. 654 p.
- Kutti T, Bergstad OA, Fosså JH, Helle K. 2014. Cold-water coral mounds and sponge-beds as habitats for demersal fish on the Norwegian shelf. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 99(1): 122-133.
- Latuconsina H. 2010. Identifikasi alat penangkapan ikan ramah lingkungan di kawasan konservasi laut Pulau Pombo Provinsi Maluku. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 3(2): 23-30.
- Latuconsina H, Ambo-Rappe R. 2013. Variabilitas harian komunitas ikan padang lamun perairan Tanjung Tiram-Teluk Ambon Dalam. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 13(1): 35-53.
- Latuconsina H, Sangadji M, Sarfan L. 2014. Struktur Komunitas Ikan Padang Lamun Di Perairan Pantai Wael Teluk Kotania Kabupaten Seram Bagian Barat. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 6(3): 24-32.
- Leathwick JR, Elith J, Francis MP, Hastie T, Taylor P. 2006. Variation in demersal fish species richness in the oceans surrounding New Zealand: an analysis using boosted regression trees. *Marine Ecology Progress Series*, 321(1): 267-281.
- Limmon GV, Pattikawa JA. 2017. The first record of *Saloptia powelli* from Maluku waters, Eastern Indonesia. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(5): 131-134.
- Limmon GV, Rijoly F, Ongkers OT, Loupaty SR, Pattikawa JA. 2017a. Reef fish in the southern coastal waters of Ambon Island, Maluku Province, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation-International Journal of the Bioflux Society (AACL Bioflux)*, 10(2): 234-240.

- Limmon GV, Khouw AS, Loupatty SR, Rijoly F, Pattikawa JA. 2017b. Species richness of reef food fishes in Ambon Island waters, Maluku Province, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation-International Journal of the Bioflux Society (AACL Bioflux)*, 10(3): 507-511.
- Limmon GV, Rijoly F, Khouw AS, Manuputty GD, Pattikawa JA. 2017c. The Diversity of groupers (Epinephelinae) in Ambon Island, Maluku, Indonesia. *Future collaboration on island studies between Pattimura University and Kagoshima University*, 58(3): 23-30.
- Litaay C. 2014. Sebaran dan keragaman komunitas makro algae di perairan Teluk Ambon. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(1): 131-142.
- Loiseau N, Gaertner JC, Kulbicki M, M rigot B, Legras G, Taquet M, Gaertner-Mazouni N. 2016. Assessing the multicomponent aspect of coral fish diversity: The impact of sampling unit dimensions. *Ecological indicators*, 60(1): 815-823.
- Luhur ES, Yusuf R. 2017. Analisis rantai nilai ikan cakalang di Kota Ambon, Maluku. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 12(1): 93-105.
- Magnussen E. 2002. Demersal fish assemblages of faroe bank: species composition, distribution, biomass spectrum and diversity. *Marine Ecology Progress Series*, 238(1): 211-225.
- Matrutty DD, Waileruny W, Noiija D. 2017. Fishing ground distribution of deep sea demersal fish in South Coast of Ambon, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation-International Journal of the Bioflux Society (AACL Bioflux)*, 10(1): 25-31.
- Naamin N, Gafa B. 2017. Tuna baitfish and the pole and line fishery in Nasterne Indonesia An Overview. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 4(2), 16-24.
- Nanlohy AC, Baskoro MS, Iskandar BH, Simbolon D. 2017. Desain prototipe kapal penangkap di Perairan Maluku. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 2(2): 1-20.
- Noiija D, Martasuganda S, Murdiyanto B. 2014. Potential and utilization of water resources in the island demersal Ambon Province Maluku. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 5(1): 55-64.
- Ongkers OT, Pattiasina BJ, Tetelepta JM, Natan Y, Pattikawa JA. 2014. Some biological aspects of painted spiny lobster (*Panulirus versicolor*) in Latuhalat waters, Ambon Island, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation-International Journal of the Bioflux Society (AACL Bioflux)*, 7(6): 469-474.
- Ongkers OT, Pattikawa JA, Rijoly F. 2017. Aspek biologi ikan layang (*Decapterus russelli*) di Perairan Latuhalat, Kecamatan Nusaniwe, Pulau Ambon. *Omni-Akuatika*, 12(3): 79-87.
- Ongkers OT. 2017. Parameter populasi ikan teri putih (*Stolephorus indicus*) di Teluk Ambon Bagian Dalam. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 8(2): 85-92.
- Pattikawa JA, Tetelepta J, Ongkers OT, Uneputty PA, Lewerissa H. 2017. Size distribution, length-weight relationship and age group of *Decapterus macrosoma* in eastern waters of Ambon Island, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation-International Journal of the Bioflux Society (AACL Bioflux)*, 10(4): 969-976.
- Perangin Angin R, Sulistiono, Kurnia R, Fahrudin A, Suman A. 2017. Struktur komunitas sumber daya ikan demersal berdasarkan kedalaman perairan di Laut Cina Selatan (WPP-NRI 711). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(1): 67-82.
- Peristiwady T. 2006. Checklist of the inshore fishes of the eastern Indonesia waters. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 6(1): 23-60.
- Priede IG, Godbold JA, King NJ, Collins MA, Bailey DM, Gordon JD. 2010. Deep sea demersal fish species richness in the porcupine seabight, NE Atlantic Ocean: global and regional patterns. *Marine Ecology*, 31(1): 247-260.
- Prihatiningsih P, Kamal MM, Kurnia R, Suman A. 2017. Hubungan panjang-berat, kebiasaan makanan, dan reproduksi ikan kakap merah (*Lutjanus gibbus*: Famili Lutjanidae) di perairan Selatan Banten. *Bawal*, 9(1): 21-32.
- Putra AG, Ruswahyuni, Widyorini N. 2015. Hubungan kelimpahan ikan dan tutupan karang lunak dengan kedalaman yang berbeda di Pulau Menjangan Kecil Taman

- Nasional Karimunjawa, Jawa Tengah. *Management of Aquatic ResorResources Journal*, 4(2), 17-27.
- Putuhena JD, Sapei A, Purwanto MYJ, Prasety LB. 2014. Sustainable water supply model in Ambon Island. *Journal of Environment and Ecology*, 5(2): 292-306.
- Rahmat E, Thamrin I. 2016. Teknologi penangkapan ikan tuna dengan alat tangkap pancing ulur di Laut Banda oleh nelayan Ambon (Provinsi Maluku). *Buletin Teknik Litkayasa Sumber Daya dan Penangkapan*, 14(1): 57-62.
- Rijal M, Amin M, Rohman F, Suarsini E, Natsir NA, Subhan. 2018. The effectiveness *Pistia stratiotes*, *Limnocharis flava*, and *Hydrilla verticillata* to increase the quality of polluted water by waste detergents. *International Journal of Technochem Research*, 4(1): 40-43.
- Riswandha NS, Solichin A, Afiati N. 2015. Struktur komunitas larva ikan pada ekosistem mangrove dengan umur vegetasi yang berbeda di Desa Timbulsloko, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal*, 4(4): 164-173.
- Romeo T, Consoli P, Battaglia P, Andaloro F. 2014. A support to manage the swordfish (*Xiphias gladius* Linnaeus, 1758) IUUF (illegal, unreported and unregulated fishing): an easy method to identify the legal size. *Journal of Applied Ichthyology*, 30(1): 114-116.
- Rumahlatu D. 2011. Konsentrasi logam berat kadmium pada air, sedimen dan *Diadema setosum* (Echinodermata, Echinoidea) di perairan Pulau Ambon. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 16(2): 78-85.
- Sangaji J, Kusumastanto T, Simanjuntak SM. 2014. Analisis depresiasi dan kebijakan pengelolaan sumber daya ikan layang di wilayah perairan Kota Ambon. *Journal of Agiculture, Resource and Environmental Economics*, 1(1): 43-60.
- Santoso AD, Kardono. 2008. Teknologi konservasi dan rehabilitasi terumbu karang. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 9(3): 121-226.
- Sediadi A. 2004. Effek upwelling terhadap kelimpahan dan distribusi fitoplankton di perairan Laut Banda dan sekitarnya. *Makara Journal of Science*, 8(2): 43-51.
- Sihasale DA. 2013. Keanekaragaman hayati di kawasan pantai Kota Ambon dan konsekuensi untuk pengembangan pariwisata pesisir. *Journal of Indonesian Tourism and Development Studies*, 1(1): 20-27.
- Simanjuntak CPH, Rahardjo MF, Sukimin S. 2006. Iktiofauna rawa banjiran Sungai Kampar Kiri. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 6(2), 99-109.
- Simanjuntak CPH, Zahid A. 2009. Kebiasaan makanan dan perubahan ontogenetik makanan ikan Baji-baji (*Gammoplites scaber*) di Pantai Mayangan, Jawa Barat. *Jurnal iktiologi indonesia*, 9(1): 63-73.
- Simanjuntak CPH, Sulistiono, Rahardjo MF, Zahid A. 2011. Iktiodiversitas di perairan Teluk Bintuni, Papua Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 11(2): 107-126.
- Suprpto S. 2015. Indeks keanekaragaman jenis ikan demersal di Perairan Tarakan. *Bawal*, 6(1): 47-53.
- Tebaiy S, Yulianda F, Muchsin I. 2014. Struktur komunitas ikan pada habitat lamun di Teluk Youtefa Jayapura Papua. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 14(1): 49-65.
- Tupamahu A, Ely J, Matakupan H, Siahainenina SR. 2013. Komparasi perbedaan tiga tipe bubu gendang terhadap hasil tangkapan ikan target di perairan Pulau Ambon. *Jurnal "Amanisal" PSP FPIK Unpatti-Ambon*, 2(2): 10-18.
- Waileruny W, Wiyono ES, Wisudo SH, Purbayanto A, Nurani TW. 2014. Bioeconomics analysis of Skipjack (*Katsuwonus pelamis*) Fishery on Banda Sea-Maluku Province. *International Journal of Sciences Basic and Applied Research*, 14(1): 239-251.
- Wudianto W, Sumiono B. 2008. Demersal fish resources result Of MV. Seafdec 2 survey in the South China Sea of Indonesia. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 14(2): 67-74.

## Iktiofauna di Danau Lindung Keliling dan Danau Lindung Pangelang, Kabupaten Kapuas Hulu

[Ichthyofauna in Keliling and Pangelang Protected Lakes in Kapuas Hulu Regency]

Sri Endah Purnamaningtyas✉, Didik Wahyu Hendro Tjahjo, Amula Nurfiarini

Balai Riset Pemulihan Sumberdaya Ikan  
Jl. Cilalawi No.1 Jatiluhur, Purwakarta 41152 Jawa Barat

Diterima: 9 Maret 2018; Disetujui: 25 September 2018

### Abstrak

Data iktiofauna ikan Danau Lindung Pangelang dan Keliling masih sangat minim. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keanekaragaman jenis ikan di kedua ekosistem lakustrin tersebut. Koleksi sampel dilakukan dengan stratifikasi sampling, di zona inti, zona penyangga, dan zona bebas. Sampel didapatkan dengan menggunakan alat tangkap seperti bubu dan jaring insang dan jala. Penelitian berhasil mengoleksi dan mengidentifikasi 30 spesies (11 famili) ikan dari Danau Lindung Keliling dan 21 spesies (9 famili) dari Danau Lindung Pangelang. Spesies yang paling dominan ditemukan di Danau Lindung Keliling adalah *Pseudeutropius brachypterus* (52,08%), disusul *Helostoma temminckii* (29,53%), sedangkan dominansi spesies di Danau Lindung Pangelang adalah *Thynnichthys polylepis* (44,55%), disusul *Helostoma temminckii* (15,17%).

Kata penting: fauna ikan, Danau Keliling dan Pangelang, Kapuas Hulu

### Abstract

Ichthyological diversity of the Pangelang and Keliling protected lakes are scarce. The study aimed to analyze the diversity of fish species in both lacustrine ecosystems. Sample collection was made by stratification sampling method in the core, buffer and free zones of lakes. All samples obtained by using fishing gears such as traps, gill nets and seine nets. The study successfully collected and identified 30 species (11 families) from the Lake Keliling and 21 species (9 families) from the Lake Pangelang. The most dominant species found in the Lake Keliling was *Pseudeutropius brachypterus* (52.08%), and followed by *Helostoma temminckii* (29.53%). The dominance of species in Lake Pangelang was *Thynnichthys polylepis* (44.55%), and followed by *Helostoma temminckii* (15.17%).

Keywords: fish fauna, Lake Keliling and Pangelang, Kapuas Hulu District

### Pendahuluan

Fauna ikan di Danau Lindung Pangelang dan Keliling belum banyak dilaporkan, kecuali fauna ikan dari sebagian Daerah Aliran Sungai Kapuas yang telah diteliti secara intensif. Hasil penelitian Ajie & Utomo (2011), menemukan lebih dari 123 jenis ikan ekonomis penting yang terdapat di daerah aliran Sungai Kapuas, dan keanekaragaman hayati ikan di daerah tengah yang banyak terdapat rawa banjir lebih tinggi daripada daerah hulu.

Sungai Kapuas di Kalimantan Barat merupakan sungai yang terbesar dan terkaya iktiofaunanya dibandingkan dengan wilayah lain, yaitu

sebanyak 290 jenis ikan, dan ada juga yang merupakan genus baru (Roberts 1989). Hasil inventarisasi tahun 2012 dari Kementerian Lingkungan Hidup, jenis ikan yang ditemukan relatif sama, yaitu sebanyak 287 jenis (KLH Kabupaten Kapuas Hulu 2012).

Kabupaten Kapuas Hulu memiliki potensi perairan umum daratan berupa perairan sungai sebanyak 202 buah sungai dan danau rawa banjir mencapai 147 buah danau (KLH Kabupaten Kapuas Hulu 2012). Sekitar 15,64% dari danau yang ada atau 23 danau telah ditetapkan sebagai danau lindung, dan lokasinya tersebar di enam wilayah kecamatan dan 17 di antara danau lindung tersebut dikelola oleh masyarakat dengan kearifan lokalnya (KLH Kabupaten Kapuas Hulu

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: [indah\\_purnamaningtyas@yahoo.co.id](mailto:indah_purnamaningtyas@yahoo.co.id)

2012). Aktivitas pemanfaatannya dikelola menggunakan tiga sistem pengelolaan, yakni sistem pengaturan penangkapan, sistem zonasi, dan sistem panen raya (Dinas Perikanan Kabupaten Kapuas Hulu 2015).

Perairan danau banjir memiliki peran terhadap sumber daya ikan adalah (a) sebagai daerah pemijahan, (b) daerah asuhan, dan (c) tempat mencari pakan bagi ikan. Peran tersebut sangat dikendalikan oleh musim. Pada musim kemarau ikan cenderung tinggal di perairan yang dalam yaitu danau, lubuk, dan lebung. Saat musim penghujan ikan mengadakan ruaya lateral dari danau, sungai (lubuk), dan lebung menuju ke paparan banjir mengikuti pola pergerakan air (Utomo & Asyari 1999, Utomo & Samuel 2005).

Perkembangan peningkatan jumlah penduduk, alih guna lahan (seperti pembukaan perkebunan kelapa sawit, pertanian, permukiman dan lain-lainnya), polusi dan penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan berdampak nyata terhadap degradasi ekosistem perairan. Kondisi tersebut berpengaruh nyata terhadap keanekaragaman hayati perairan. Hal tersebut sesuai dengan yang dikemukakan oleh Robert (1989) bahwa keanekaragaman hayati global saat ini mendekati kepunahan massal. Demikian pula dengan pendapat Naiman & Dudgeon (2011); Keck *et al.* 2014, dan Leidy & Moyle (1998) bahwa organisme air tawar mempunyai risiko

kepunahan yang lebih besar daripada banyak kelompok organisme lainnya, dan lingkungan perairan tawar merupakan habitat yang paling terdegradasi di dunia.

Data dan informasi tentang keanekaragaman iktiofauna di beberapa danau lindung di Kabupaten Kapuas Hulu sebagian besar tidak tersedia. Oleh karena itu, informasi tentang keanekaragaman jenis ikan di beberapa danau lindung di Kabupaten Kapuas Hulu sangat diperlukan dalam upaya pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keanekaragaman jenis ikan di Danau Lindung Keliling dan Pangelang Kabupaten Kapuas Hulu.

#### **Bahan dan metoda**

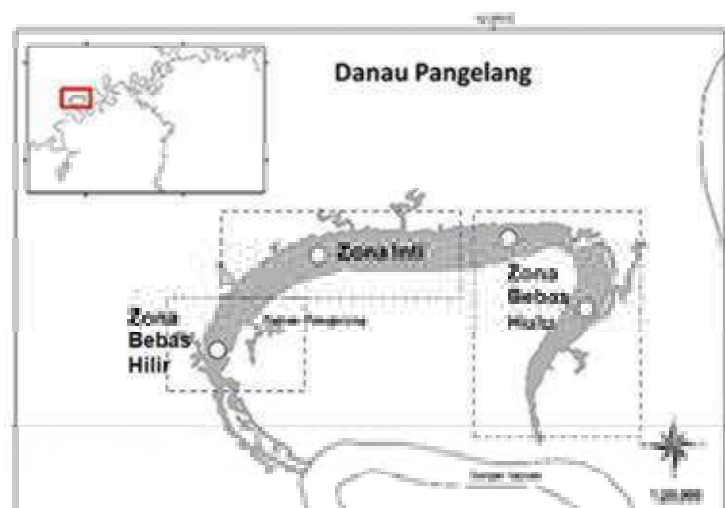
Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2016. Lokasi penelitian meliputi Danau Lindung Pangelang dan Danau Lindung Keliling (Gambar 1). Danau Lindung Keliling berada pada posisi geografis 00°48'59,4"LU dan 112°33'20,6" BT mempunyai luas 77,13 ha dan kedalaman berkisar 22-33 m. Danau Lindung Pangelang mempunyai posisi geografis 00°45'48,0"LU dan 112°24'39,5" BT. Kedua danau lindung ini secara administratif berada di wilayah Kecamatan Bunut Ilir, Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat.



Posisi Danau Keliling dan Pangelang



Danau Lindung Keliling



Danau Lindung Pangelang

Gambar 1. Stasiun pengambilan contoh di Danau Keliling dan Pangelang

Keanekaragaman jenis ikan menurut Kottelat *et al.* (1993) adalah suatu ukuran untuk mengetahui keanekaragaman kehidupan yang sangat berhubungan erat dengan jumlah jenis suatu komunitas. Metode penelitian yang digunakan adalah metode stratifikasi sampling yaitu penangkapan ikan dilakukan di beberapa zona penelitian seperti zona inti/lindung dan zona bebas.

Contoh ikan diambil dengan menggunakan empat alat tangkap yang dominan dipakai oleh nelayan, yaitu: bubu, jaring insang, jala lais, dan jala nuayang. Bubu dipasang pada sore hari dan diangkat pada pagi hari. Jaring insang dengan ukuran mata jaring 0,5-3 inci. Jala lais berukuran mata jaring 2,5-5 inci. Jala nuayang dengan ukuran mata jaring 0,5-2 inci. Pemasangan jaring dilakukan selama 1 jam di zona lindung. Hal ini dilakukan karena diduga perairan tersebut mempunyai karakteristik habitat yang berbeda dan alat tangkap yang berbeda diasumsikan dapat menangkap berbagai jenis ikan.

Jenis ikan yang tertangkap diidentifikasi, dicatat spesies, dan dihitung jumlahnya. Selanjutnya ikan tersebut dimasukkan dalam kantong plastik, diberi label dan diawetkan dalam formalin 10%. Identifikasi dilakukan berdasarkan karakter morfometrik dan meristik mengacu kepada buku identifikasi jenis-jenis ikan di Indonesia (White *et al.* 2013, Kottelat *et al.* 1993).

## Hasil

### *Karakteristik Danau Lindung*

Danau lindung di lokasi penelitian merupakan danau tipe paparan banjir dengan fluktuasi luas genangan yang tinggi. Fluktuasi luas tersebut sangat dipengaruhi oleh pasokan air dari

sungai Kapuas (sungai utama). Pengelolaan sumber daya ikan pada kedua danau tersebut dilakukan oleh masyarakat dengan kearifan lokalnya. Pengelolaan dan pemanfaatannya diatur oleh peraturan kelompok masyarakat yang disahkan oleh pemerintah daerah, meliputi sistem zonasi, pengaturan penangkapan, dan sistem panen raya.

### *Iktiofauna di Danau Keliling dan Pangelang*

Ikan yang tertangkap di dua danau tersebut sebanyak 1027 ekor terdiri atas 36 spesies dari 11 famili. Di Danau Keliling ditemukan 30 spesies dari 10 famili, dan di Danau Pangelang ditemukan 21 spesies dari 9 famili (Tabel 1). Sebelas famili tersebut meliputi Ambassidae, Bagridae, Channidae, Cyprinidae, Helostomatidae, Notopteridae, Pangasiidae, Osphronemidae, Pristolepididae, Schilbeidae, dan Siluridae (Gambar 2).

Secara individu, jenis ikan yang paling dominan ditemukan dalam jumlah besar di Danau Lindung Keliling adalah jenis nuayang (*Pseudotropius brachypterus*) dengan persentase jumlah mencapai 52,08% dan biawan (*Helostoma temminckii*) dengan persentase jumlah mencapai 29,53%. Di Danau Lindung Pangelang, jenis yang mendominasi hasil percobaan penangkapan adalah entukan (*Thynnichthys polylepis*) dan biawan (*Helostoma temminckii*) masing-masing dengan persentase jumlah mencapai 44,55% dan 15,17% (Tabel 2).

Jenis ikan yang ditemukan selama penelitian umumnya merupakan ikan asli Sungai Kapuas. Selama pengamatan ini, jenis ikan bukan asli Sungai Kapuas hanya ditemukan satu jenis, yaitu patin (*Pangasianodon hypophthalmus*).

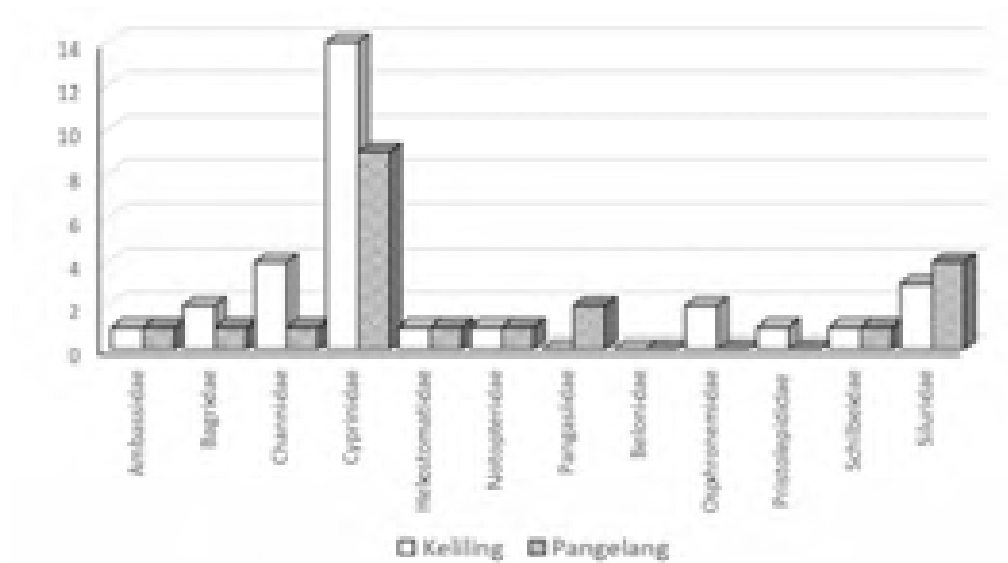
Tabel 1. Keberadaan ikan di Danau Keliling dan Danau Pangelang

| Famili          | Nama Ilmiah                         | Jenis Ikan                               | Keliling | Pangelang |
|-----------------|-------------------------------------|------------------------------------------|----------|-----------|
| Ambassidae      | <i>Parambassis macrolepis</i>       | senara                                   | +        | +         |
| Bagridae        | <i>Hemibagrus nemurus</i>           | baung/patik                              | +        | +         |
|                 | <i>Mystus nigriceps</i>             | patik kating/patik landin                | +        | -         |
| Channidae       | <i>Channa melasoma</i>              | runtuk                                   | +        |           |
|                 | <i>Channa micropeltes</i>           | toman                                    | +        | +         |
|                 | <i>Channa pleurophthalma</i>        | kerandang                                | +        | -         |
|                 | <i>Channa striata</i>               | gabus                                    | +        | -         |
| Cyprinidae      | <i>Amblyrhynchichthys truncatus</i> | kedukul                                  | +        | +         |
|                 | <i>Barbichthys laevis</i>           | kungkum                                  | +        | +         |
|                 | <i>Cyclocheilichthys apogon</i>     | buin/bauk miyadin/palau buin/<br>kempras | +        | +         |
|                 | <i>Hampala macrolepidota</i>        | hampal/langkung                          | +        | -         |
|                 | <i>Labiochanna ocellatus</i>        | bauk tadung                              | +        | +         |
|                 | <i>Leptobarbus hoevenii</i>         | jelawat                                  |          | +         |
|                 | <i>Luciosoma trinema</i>            | kenyuar                                  | +        | -         |
|                 | <i>Osteochilus kappenii</i>         | palau                                    | +        | -         |
|                 | <i>Osteochilus schlegelii</i>       | kelabau putih                            | +        | +         |
|                 | <i>Puntioplites bulu</i>            | tengalan                                 | -        | +         |
|                 | <i>Parachanna oxygastroides</i>     | kelompok/lompok                          | +        | -         |
|                 | <i>Pectenocypris balaena</i>        | seluang maram/seluang buluh              | +        | -         |
|                 | <i>Puntioplites waandersii</i>      | umpan                                    | +        | +         |
|                 | <i>Rasbora dussonensis</i>          | seluang                                  | +        | -         |
|                 | <i>Thynnichthys thynnoides</i>      | entukan                                  | +        | +         |
|                 | <i>Thynnichthys polylepis</i>       | bauk pipih                               | +        | -         |
| Helostomatidae  | <i>Helostoma temminckii</i>         | biawan                                   | +        | +         |
| Notopteridae    | <i>Chitala lopis</i>                | belidak                                  | +        | +         |
| Pangasiidae     | <i>Pangasius polyuranodon</i>       | duara                                    | -        | +         |
|                 | <i>Pangasianodon hypophthalmus</i>  | patin                                    | -        | +         |
| Osphronemidae   | <i>Osphronemus goramy</i>           | kaloi                                    | +        | -         |
|                 | <i>Trichopodus pectoralis</i>       | sepat siam                               | +        | -         |
| Pristolepididae | <i>Pristolepis grootii</i>          | patung/beterung                          | +        | -         |
| Schilbeidae     | <i>Pseudeutropius brachypterus</i>  | nuayang                                  | +        | +         |
| Siluridae       | <i>Kryptopterus macrocephalus</i>   | nuayang lais                             | +        | +         |
|                 | <i>Belodontichthys dinema</i>       | tebirin                                  | -        | +         |
|                 | <i>Ompok rhadinurus</i>             | lais butuk/lais danau                    | +        | +         |
|                 | <i>Wallago leeri</i>                | tapah batik                              | -        | +         |
|                 | <i>Phalacroglanis micronemus</i>    | lais ompang                              | +        | -         |

Keterangan: + : ada. - : tidak ditemukan

Tabel 2. Persentase ikan di perairan Danau Lindung Keliling dan Pangelang

| Nama ilmiah ikan                    | Danau Keliling |       | Danau Pangelang |       |
|-------------------------------------|----------------|-------|-----------------|-------|
|                                     | jumlah         | %     | jumlah          | %     |
| <i>Parambassis macrolepis</i>       | 2              | 0,25  | 1               | 0,47  |
| <i>Hemibagrus nemurus</i>           | 2              | 0,25  | 1               | 0,47  |
| <i>Mystus nigriceps</i>             | 2              | 0,25  | -               | -     |
| <i>Channa melasoma</i>              | 1              | 0,12  | -               | -     |
| <i>Channa micropeltes</i>           | 1              | 0,12  | 1               | 0,47  |
| <i>Channa pleurophthalma</i>        | 1              | 0,12  | -               | -     |
| <i>Channa striata</i>               | 1              | 0,12  | -               | -     |
| <i>Amblyrhynchichthys truncatus</i> | 9              | 1,10  | 7               | 3,32  |
| <i>Barbichthys laevis</i>           | 2              | 0,25  | 3               | 1,42  |
| <i>Cyclocheilichthys apogon</i>     | 2              | 0,25  | 8               | 3,79  |
| <i>Hampala macrolepidota</i>        | 1              | 0,12  | -               | -     |
| <i>Labiobarbus ocellatus</i>        | 18             | 2,21  | 3               | 1,42  |
| <i>Leptobarbus hoevenii</i>         | -              | -     | 6               | 2,84  |
| <i>Luciosoma trinema</i>            | 1              | 0,12  | -               | -     |
| <i>Osteochilus kappenii</i>         | 13             | 1,59  | -               | -     |
| <i>Osteochilus schlegelii</i>       | 1              | 0,12  | 1               | 0,47  |
| <i>Puntioplites bulu</i>            | -              | -     | 23              | 10,90 |
| <i>Parachela oxygastroides</i>      | 2              | 0,25  | -               | -     |
| <i>Pectenocypris balaena</i>        | 1              | 0,12  | -               | -     |
| <i>Puntioplites waandersii</i>      | 2              | 0,25  | 9               | 4,27  |
| <i>Rasbora dusonensis</i>           | 2              | 0,25  | -               | -     |
| <i>Thynnichthys thynnoides</i>      | 13             | 1,59  | 94              | 44,55 |
| <i>Thynnichthys polylepis</i>       | 8              | 0,98  | -               | -     |
| <i>Helostoma temminckii</i>         | 241            | 29,53 | 32              | 15,17 |
| <i>Chitala lopis</i>                | 1              | 0,12  | 1               | 0,47  |
| <i>Pangasius polyuranodon</i>       | -              | -     | 1               | 0,47  |
| <i>Osphronemus goramy</i>           | 8              | 0,98  | -               | -     |
| <i>Pristolepis grootii</i>          | 2              | 0,25  | -               | -     |
| <i>Trichopodus pectoralis</i>       | 1              | 0,12  | -               | -     |
| <i>Pseudeutropius brachypterus</i>  | 425            | 52,08 | 1               | 0,47  |
| <i>Kryptopterus macrocephalus</i>   | 1              | 0,12  | -               | -     |
| <i>Belodontichthys dinema</i>       | -              | -     | 1               | 0,47  |
| <i>Kryptopterus macrocephalus</i>   | -              | -     | 11              | 5,21  |
| <i>Ompok rhadinurus</i>             | 50             | 6,13  | 4               | 1,90  |
| <i>Pangasianodon hypophthalmus</i>  | -              | -     | 1               | 0,47  |
| <i>Wallago leeri</i>                | -              | -     | 2               | 0,95  |
| <i>Phalacrotonotus micronemus</i>   | 2              | 0,25  | -               | -     |



Gambar 2. Jumlah genus dalam tiap famili ikan yang tertangkap di Danau Lindung Keliling dan Danau Lindung Pangelang

### Pembahasan

Danau Keliling dan Pangelang termasuk dalam danau banjir, yang mempunyai karakteristik yang sangat kompleks. Danau tersebut dicirikan dengan kandungan bahan organik yang tinggi, pH rendah, fluktuasi oksigen terlarut, dan suhu yang relatif tinggi (Anonim 2016).

Hasil identifikasi keanekaragaman spesies ikan, famili jenis ikan yang dominan di masing-masing danau lindung tersebut berbeda-beda. Walaupun demikian, Danau Lindung Keliling dan Pangelang didominasi oleh famili yang sama, yaitu famili Cyprinidae. Di Danau Keliling ditemukan 14 jenis dari famili Cyprinidae atau 46,67% dari jumlah jenis ikan yang ada. Selain famili Cyprinidae, di perairan danau ini juga ditemukan beberapa famili ikan lainnya, seperti Channidae, 4 jenis (13,33%); Siluridae, tiga jenis (10,00%); Ophichthidae dan Bagridae, masing-masing dua jenis (6,67%); kemudian disusul famili Ambassidae, Helostomatidae, Notopteridae, Pristolepididae dan Schilbeidae, masing-masing diwakili satu spesies (3,33%).

Danau Pangelang didominasi oleh famili Cyprinidae dengan sembilan jenis atau 42,86% dari jumlah jenis ikan yang ada kemudian disusul oleh famili Siluridae empat jenis (19,05%), famili Pangasiidae dua jenis (9,52%) serta Ambassidae, Channidae, Helostomatidae, dan Notopteridae, satu jenis (4,76%) (Tabel 1). Hal tersebut sama dengan hasil penelitian Hadiaty (2001) di Cagar alam Muara Kendawangan, Kalimantan Barat bahwa famili Cyprinidae mendominasi perairan tersebut. Kondisi tersebut juga mirip dengan hasil penelitian Rachmatika (2001) di DAS Mendalam Taman Nasional Betung Kerihun Kalimantan Barat, bahwa jenis ikan yang paling umum ditemukan adalah Cyprinidae (47,88%), Balitoridae (14,08%), dan Cobitidae (12,67%).

Perbedaan keanekaragaman jenis ikan di dua danau tersebut sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: (a) debit air masuk dan ke luar danau tersebut dari Sungai Kapuas, (b) panjang, lebar dan jumlah anak sungai yang menghubungkan danau tersebut dengan sungai induk (Sungai Kapuas), (c) keragaman habitat

yang ter-sedia dan kedalaman maksimumnya. Hasil pengamatan Anonim (2016) menunjukkan bahwa Danau Lindung Pangelang dan Keliling mempunyai dua anak sungai penghubung ke sungai induk (Sungai Kapuas). Anak sungai di Danau Pangelang lebih panjang dibandingkan dengan Danau Keliling sehingga mobilitas jenis ikan di Danau Lindung Keliling dari danau ke sungai induk relatif lebih cepat dibandingkan dengan Danau Pangelang. Kedalaman maksimumnya Danau Keliling saat air surut (5,3 m) lebih dalam dibandingkan Danau Pangelang (3,4 m), sehingga secara vertikal Danau Keliling mempunyai keragaman habitat yang lebih tinggi. Kandungan rata-rata oksigen terlarut di Danau keliling ( $4,05 \text{ mg/L}^{-1}$ ) lebih tinggi dibandingkan Danau Pangelang ( $3,52 \text{ mg/L}^{-1}$ ), pH rata-rata di Danau Keliling (6,29) lebih tinggi dibandingkan Danau Pangelang (5,43), dan turbiditas rata-rata di Danau Pangelang (17,35 NTU) lebih keruh dibandingkan Danau Keliling (9,74 NTU). Berdasarkan karakteristik perairan tersebut, Danau Keliling mempunyai potensi yang lebih tinggi dibandingkan Danau Pangelang untuk mendukung kehidupan ikan, sehingga keanekaragaman jenis ikan secara umum di Danau Keliling lebih tinggi dibandingkan Danau Pangelang.

### Simpulan

Jenis ikan yang paling dominan ditemukan dalam jumlah besar di Danau Lindung Keliling adalah jenis nuayang (*Pseudeutropius brachypterus*) dan biawan (*Helostoma temminckii*). Di Danau Lindung Pangelang, jenis ikan yang mendominasi adalah entukan (*Thynnichthys polylepis*) dan biawan (*Helostoma temminckii*).

### Daftar pustaka

Adjie S, Utomo AD. 2011. Karakteristik habitat dan sebaran jenis ikan di Sungai Kapuas

bagian tengah dan hilir. *Bawal*, 3(5): 277-286

Anonim. 2016. *Penelitian Sumberdaya Ikan di Beberapa Danau Lindung di Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat*. Kerjasama Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumberdaya Ikan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan dan Dinas Perikanan Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat. 98 p.

Dinas Perikanan Kabupaten Kapuas Hulu. 2015. *Profil perikanan Kabupaten Kapuas Hulu*. 78 p.

Hadiaty R K. 2001. Fauna ikan di Cagar Alam Muara Kendawangan, Kalimantan Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 1(2): 1-9

Keck BP, Marion ZH, Martin DJ, Kaufman JC, Harden CP, Schwartz JS, Strange RJ. 2014. Fish functional traits correlated with environmental variables in a temperate biodiversity hotspot. *PLoS One* 9(3): e93237

Kementerian Lingkungan Hidup Kabupaten Kapuas Hulu. 2012. Laporan status lingkungan hidup daerah Kabupaten Kapuas Hulu. Pemerintah Kabupaten Kapuas Hulu. Provinsi Kalimantan Barat. 63 p

Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. *The Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Edition & EMDI Project. Jakarta. 293 p, 84 plates

Leidy RA, Moyle PB. 1998. Conservation status of the world's fish fauna: An overview. In: Fiedler NP, Kareiva PM (editors). *Conservation Biology: For the Coming Decade*. Chapman and Hall. New York. pp. 187–227.

Naiman RJ, Dudgeon D. 2011. Global alteration of freshwaters: influences on human and environmental well-being. Special Feature. *Ecology Resources*, 26(5): 865–873

Rachmatika I. 2001. Biodiversitas ikan di DAS Mendalam, Taman Nasional Betung Kerihun Kalimantan Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 1(1): 19-26

Roberts TR. 1989. *The Freshwater Fishes of Western Borneo (Kalimantan Barat, Indonesia)*. Published by California Academy of Sciences. 223 p

- Utomo AD, Asyari. 1999. Peranan ekosistem hutan rawa air tawar bagi kelestarian sumber daya perikanan di Sungai Kapuas, Kalimantan Barat. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 5(3): 1-14
- Utomo AD, Samuel. 2005. Status keragaman ikan di perairan umum. *Prosiding Forum Perairan Umum Indonesia ke-1*. Balai Riset Perikanan Perairan Umum. Badan Riset Kelautan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Pp. 261-268
- White WT, Last PR, Dharmadi, Faizah R, Chodrijah U, Prisanto BI, Pogonoski JJ, Puckridge M, Blaber SJM. 2013. Market Fishes of Indonesia (Jenis-jenis Ikan di Indonesia). *ACIAR Monograph No.155*. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra. 438 p.

## Iktiofauna di Danau Lindung Keliling dan Danau Lindung Pangelang, Kabupaten Kapuas Hulu

[Ichthyofauna in Keliling and Pangelang Protected Lakes in Kapuas Hulu Regency]

Sri Endah Purnamaningtyas✉, Didik Wahyu Hendro Tjahjo, Amula Nurfiarini

Balai Riset Pemulihan Sumberdaya Ikan  
Jl. Cilalawi No.1 Jatiluhur, Purwakarta 41152 Jawa Barat

Diterima: 9 Maret 2018; Disetujui: 25 September 2018

### Abstrak

Data iktiofauna ikan Danau Lindung Pangelang dan Keliling masih sangat minim. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keanekaragaman jenis ikan di kedua ekosistem lakustrin tersebut. Koleksi sampel dilakukan dengan stratifikasi sampling, di zona inti, zona penyangga, dan zona bebas. Sampel didapatkan dengan menggunakan alat tangkap seperti bubu dan jaring insang dan jala. Penelitian berhasil mengoleksi dan mengidentifikasi 30 spesies (11 famili) ikan dari Danau Lindung Keliling dan 21 spesies (9 famili) dari Danau Lindung Pangelang. Spesies yang paling dominan ditemukan di Danau Lindung Keliling adalah *Pseudeutropius brachypterus* (52,08%), disusul *Helostoma temminckii* (29,53%), sedangkan dominansi spesies di Danau Lindung Pangelang adalah *Thynnichthys polylepis* (44,55%), disusul *Helostoma temminckii* (15,17%).

Kata penting: fauna ikan, Danau Keliling dan Pangelang, Kapuas Hulu

### Abstract

Ichthyological diversity of the Pangelang and Keliling protected lakes are scarce. The study aimed to analyze the diversity of fish species in both lacustrine ecosystems. Sample collection was made by stratification sampling method in the core, buffer and free zones of lakes. All samples obtained by using fishing gears such as traps, gill nets and seine nets. The study successfully collected and identified 30 species (11 families) from the Lake Keliling and 21 species (9 families) from the Lake Pangelang. The most dominant species found in the Lake Keliling was *Pseudeutropius brachypterus* (52.08%), and followed by *Helostoma temminckii* (29.53%). The dominance of species in Lake Pangelang was *Thynnichthys polylepis* (44.55%), and followed by *Helostoma temminckii* (15.17%).

Keywords: fish fauna, Lake Keliling and Pangelang, Kapuas Hulu District

### Pendahuluan

Fauna ikan di Danau Lindung Pangelang dan Keliling belum banyak dilaporkan, kecuali fauna ikan dari sebagian Daerah Aliran Sungai Kapuas yang telah diteliti secara intensif. Hasil penelitian Ajie & Utomo (2011), menemukan lebih dari 123 jenis ikan ekonomis penting yang terdapat di daerah aliran Sungai Kapuas, dan keanekaragaman hayati ikan di daerah tengah yang banyak terdapat rawa banjir lebih tinggi daripada daerah hulu.

Sungai Kapuas di Kalimantan Barat merupakan sungai yang terbesar dan terkaya iktiofaunanya dibandingkan dengan wilayah lain, yaitu

sebanyak 290 jenis ikan, dan ada juga yang merupakan genus baru (Roberts 1989). Hasil inventarisasi tahun 2012 dari Kementerian Lingkungan Hidup, jenis ikan yang ditemukan relatif sama, yaitu sebanyak 287 jenis (KLH Kabupaten Kapuas Hulu 2012).

Kabupaten Kapuas Hulu memiliki potensi perairan umum daratan berupa perairan sungai sebanyak 202 buah sungai dan danau rawa banjir mencapai 147 buah danau (KLH Kabupaten Kapuas Hulu 2012). Sekitar 15,64% dari danau yang ada atau 23 danau telah ditetapkan sebagai danau lindung, dan lokasinya tersebar di enam wilayah kecamatan dan 17 di antara danau lindung tersebut dikelola oleh masyarakat dengan kearifan lokalnya (KLH Kabupaten Kapuas Hulu

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: [indah\\_purnamaningtyas@yahoo.co.id](mailto:indah_purnamaningtyas@yahoo.co.id)

2012). Aktivitas pemanfaatannya dikelola menggunakan tiga sistem pengelolaan, yakni sistem pengaturan penangkapan, sistem zonasi, dan sistem panen raya (Dinas Perikanan Kabupaten Kapuas Hulu 2015).

Perairan danau banjir memiliki peran terhadap sumber daya ikan adalah (a) sebagai daerah pemijahan, (b) daerah asuhan, dan (c) tempat mencari pakan bagi ikan. Peran tersebut sangat dikendalikan oleh musim. Pada musim kemarau ikan cenderung tinggal di perairan yang dalam yaitu danau, lubuk, dan lebung. Saat musim penghujan ikan mengadakan ruaya lateral dari danau, sungai (lubuk), dan lebung menuju ke paparan banjir mengikuti pola pergerakan air (Utomo & Asyari 1999, Utomo & Samuel 2005).

Perkembangan peningkatan jumlah penduduk, alih guna lahan (seperti pembukaan perkebunan kelapa sawit, pertanian, permukiman dan lain-lainnya), polusi dan penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan berdampak nyata terhadap degradasi ekosistem perairan. Kondisi tersebut berpengaruh nyata terhadap keanekaragaman hayati perairan. Hal tersebut sesuai dengan yang dikemukakan oleh Robert (1989) bahwa keanekaragaman hayati global saat ini mendekati kepunahan massal. Demikian pula dengan pendapat Naiman & Dudgeon (2011); Keck *et al.* 2014, dan Leidy & Moyle (1998) bahwa organisme air tawar mempunyai risiko

kepunahan yang lebih besar daripada banyak kelompok organisme lainnya, dan lingkungan perairan tawar merupakan habitat yang paling terdegradasi di dunia.

Data dan informasi tentang keanekaragaman iktiofauna di beberapa danau lindung di Kabupaten Kapuas Hulu sebagian besar tidak tersedia. Oleh karena itu, informasi tentang keanekaragaman jenis ikan di beberapa danau lindung di Kabupaten Kapuas Hulu sangat diperlukan dalam upaya pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keanekaragaman jenis ikan di Danau Lindung Keliling dan Pangelang Kabupaten Kapuas Hulu.

#### **Bahan dan metoda**

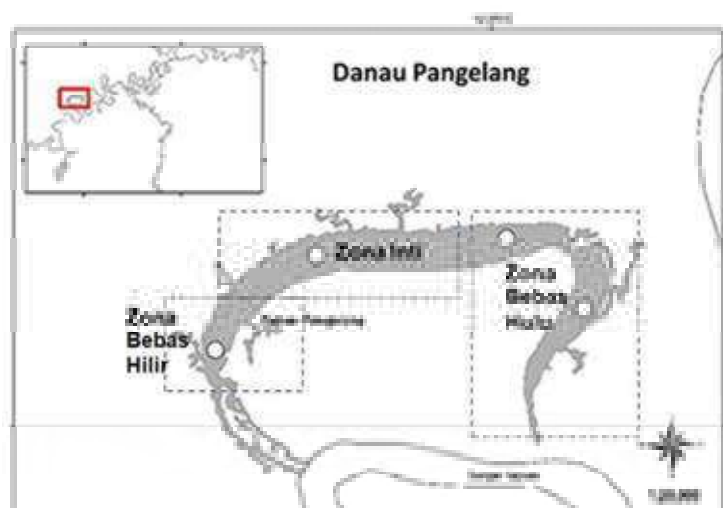
Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2016. Lokasi penelitian meliputi Danau Lindung Pangelang dan Danau Lindung Keliling (Gambar 1). Danau Lindung Keliling berada pada posisi geografis 00°48'59,4"LU dan 112°33'20,6" BT mempunyai luas 77,13 ha dan kedalaman berkisar 22-33 m. Danau Lindung Pangelang mempunyai posisi geografis 00°45'48,0"LU dan 112°24'39,5" BT. Kedua danau lindung ini secara administratif berada di wilayah Kecamatan Bunut Ilir, Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat.



Posisi Danau Keliling dan Pangelang



Danau Lindung Keliling



Danau Lindung Pangelang

Gambar 1. Stasiun pengambilan contoh di Danau Keliling dan Pangelang

Keanekaragaman jenis ikan menurut Kottelat *et al.* (1993) adalah suatu ukuran untuk mengetahui keanekaragaman kehidupan yang sangat berhubungan erat dengan jumlah jenis suatu komunitas. Metode penelitian yang digunakan adalah metode stratifikasi sampling yaitu penangkapan ikan dilakukan di beberapa zona penelitian seperti zona inti/lindung dan zona bebas.

Contoh ikan diambil dengan menggunakan empat alat tangkap yang dominan dipakai oleh nelayan, yaitu: bubu, jaring insang, jala lais, dan jala nuayang. Bubu dipasang pada sore hari dan diangkat pada pagi hari. Jaring insang dengan ukuran mata jaring 0,5-3 inci. Jala lais berukuran mata jaring 2,5-5 inci. Jala nuayang dengan ukuran mata jaring 0,5-2 inci. Pemasangan jaring dilakukan selama 1 jam di zona lindung. Hal ini dilakukan karena diduga perairan tersebut mempunyai karakteristik habitat yang berbeda dan alat tangkap yang berbeda diasumsikan dapat menangkap berbagai jenis ikan.

Jenis ikan yang tertangkap diidentifikasi, dicatat spesies, dan dihitung jumlahnya. Selanjutnya ikan tersebut dimasukkan dalam kantong plastik, diberi label dan diawetkan dalam formalin 10%. Identifikasi dilakukan berdasarkan karakter morfometrik dan meristik mengacu kepada buku identifikasi jenis-jenis ikan di Indonesia (White *et al.* 2013, Kottelat *et al.* 1993).

## Hasil

### *Karakteristik Danau Lindung*

Danau lindung di lokasi penelitian merupakan danau tipe paparan banjir dengan fluktuasi luas genangan yang tinggi. Fluktuasi luas tersebut sangat dipengaruhi oleh pasokan air dari

sungai Kapuas (sungai utama). Pengelolaan sumber daya ikan pada kedua danau tersebut dilakukan oleh masyarakat dengan kearifan lokalnya. Pengelolaan dan pemanfaatannya diatur oleh peraturan kelompok masyarakat yang disahkan oleh pemerintah daerah, meliputi sistem zonasi, pengaturan penangkapan, dan sistem panen raya.

### *Iktiofauna di Danau Keliling dan Pangelang*

Ikan yang tertangkap di dua danau tersebut sebanyak 1027 ekor terdiri atas 36 spesies dari 11 famili. Di Danau Keliling ditemukan 30 spesies dari 10 famili, dan di Danau Pangelang ditemukan 21 spesies dari 9 famili (Tabel 1). Sebelas famili tersebut meliputi Ambassidae, Bagridae, Channidae, Cyprinidae, Helostomatidae, Notopteridae, Pangasiidae, Osphronemidae, Pristolepididae, Schilbeidae, dan Siluridae (Gambar 2).

Secara individu, jenis ikan yang paling dominan ditemukan dalam jumlah besar di Danau Lindung Keliling adalah jenis nuayang (*Pseudotropius brachypterus*) dengan persentase jumlah mencapai 52,08% dan biawan (*Helostoma temminckii*) dengan persentase jumlah mencapai 29,53%. Di Danau Lindung Pangelang, jenis yang mendominasi hasil percobaan penangkapan adalah entukan (*Thynnichthys polylepis*) dan biawan (*Helostoma temminckii*) masing-masing dengan persentase jumlah mencapai 44,55% dan 15,17% (Tabel 2).

Jenis ikan yang ditemukan selama penelitian umumnya merupakan ikan asli Sungai Kapuas. Selama pengamatan ini, jenis ikan bukan asli Sungai Kapuas hanya ditemukan satu jenis, yaitu patin (*Pangasianodon hypophthalmus*).

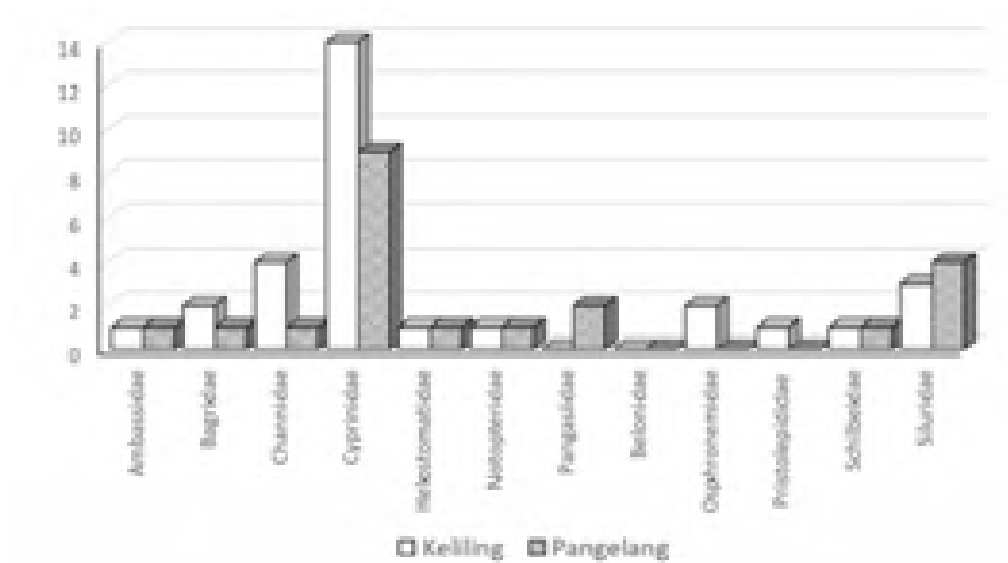
Tabel 1. Keberadaan ikan di Danau Keliling dan Danau Pangelang

| Famili          | Nama Ilmiah                         | Jenis Ikan                               | Keliling | Pangelang |
|-----------------|-------------------------------------|------------------------------------------|----------|-----------|
| Ambassidae      | <i>Parambassis macrolepis</i>       | senara                                   | +        | +         |
| Bagridae        | <i>Hemibagrus nemurus</i>           | baung/patik                              | +        | +         |
|                 | <i>Mystus nigriceps</i>             | patik kating/patik landin                | +        | -         |
| Channidae       | <i>Channa melasoma</i>              | runtuk                                   | +        |           |
|                 | <i>Channa micropeltes</i>           | toman                                    | +        | +         |
|                 | <i>Channa pleurophthalma</i>        | kerandang                                | +        | -         |
|                 | <i>Channa striata</i>               | gabus                                    | +        | -         |
| Cyprinidae      | <i>Amblyrhynchichthys truncatus</i> | kedukul                                  | +        | +         |
|                 | <i>Barbichthys laevis</i>           | kungkum                                  | +        | +         |
|                 | <i>Cyclocheilichthys apogon</i>     | buin/bauk miyadin/palau buin/<br>kempras | +        | +         |
|                 | <i>Hampala macrolepidota</i>        | hampal/langkung                          | +        | -         |
|                 | <i>Labiochanna ocellatus</i>        | bauk tadung                              | +        | +         |
|                 | <i>Leptobarbus hoevenii</i>         | jelawat                                  |          | +         |
|                 | <i>Luciosoma trinema</i>            | kenyuar                                  | +        | -         |
|                 | <i>Osteochilus kappenii</i>         | palau                                    | +        | -         |
|                 | <i>Osteochilus schlegelii</i>       | kelabau putih                            | +        | +         |
|                 | <i>Puntioplites bulu</i>            | tengalan                                 | -        | +         |
|                 | <i>Parachanna oxygastroides</i>     | kelampak/lampak                          | +        | -         |
|                 | <i>Pectenocypris balaena</i>        | seluang maram/seluang buluh              | +        | -         |
|                 | <i>Puntioplites waandersii</i>      | umpan                                    | +        | +         |
|                 | <i>Rasbora dussonensis</i>          | seluang                                  | +        | -         |
|                 | <i>Thynnichthys thynnoides</i>      | entukan                                  | +        | +         |
|                 | <i>Thynnichthys polylepis</i>       | bauk pipih                               | +        | -         |
| Helostomatidae  | <i>Helostoma temminckii</i>         | biawan                                   | +        | +         |
| Notopteridae    | <i>Chitala lopis</i>                | belidak                                  | +        | +         |
| Pangasiidae     | <i>Pangasius polyuranodon</i>       | duara                                    | -        | +         |
|                 | <i>Pangasianodon hypophthalmus</i>  | patin                                    | -        | +         |
| Osphronemidae   | <i>Osphronemus goramy</i>           | kaloi                                    | +        | -         |
|                 | <i>Trichopodus pectoralis</i>       | sepat siam                               | +        | -         |
| Pristolepididae | <i>Pristolepis grootii</i>          | patung/beterung                          | +        | -         |
| Schilbeidae     | <i>Pseudeutropius brachypterus</i>  | nuayang                                  | +        | +         |
| Siluridae       | <i>Kryptopterus macrocephalus</i>   | nuayang lais                             | +        | +         |
|                 | <i>Belodontichthys dinema</i>       | tebirin                                  | -        | +         |
|                 | <i>Ompok rhadinurus</i>             | lais butuk/lais danau                    | +        | +         |
|                 | <i>Wallago leeri</i>                | tapah batik                              | -        | +         |
|                 | <i>Phalacroglanis micronemus</i>    | lais ompang                              | +        | -         |

Keterangan: + : ada. - : tidak ditemukan

Tabel 2. Persentase ikan di perairan Danau Lindung Keliling dan Pangelang

| Nama ilmiah ikan                    | Danau Keliling |       | Danau Pangelang |       |
|-------------------------------------|----------------|-------|-----------------|-------|
|                                     | jumlah         | %     | jumlah          | %     |
| <i>Parambassis macrolepis</i>       | 2              | 0,25  | 1               | 0,47  |
| <i>Hemibagrus nemurus</i>           | 2              | 0,25  | 1               | 0,47  |
| <i>Mystus nigriceps</i>             | 2              | 0,25  | -               | -     |
| <i>Channa melasoma</i>              | 1              | 0,12  | -               | -     |
| <i>Channa micropeltes</i>           | 1              | 0,12  | 1               | 0,47  |
| <i>Channa pleurophthalma</i>        | 1              | 0,12  | -               | -     |
| <i>Channa striata</i>               | 1              | 0,12  | -               | -     |
| <i>Amblyrhynchichthys truncatus</i> | 9              | 1,10  | 7               | 3,32  |
| <i>Barbichthys laevis</i>           | 2              | 0,25  | 3               | 1,42  |
| <i>Cyclocheilichthys apogon</i>     | 2              | 0,25  | 8               | 3,79  |
| <i>Hampala macrolepidota</i>        | 1              | 0,12  | -               | -     |
| <i>Labiobarbus ocellatus</i>        | 18             | 2,21  | 3               | 1,42  |
| <i>Leptobarbus hoevenii</i>         | -              | -     | 6               | 2,84  |
| <i>Luciosoma trinema</i>            | 1              | 0,12  | -               | -     |
| <i>Osteochilus kappenii</i>         | 13             | 1,59  | -               | -     |
| <i>Osteochilus schlegelii</i>       | 1              | 0,12  | 1               | 0,47  |
| <i>Puntioplites bulu</i>            | -              | -     | 23              | 10,90 |
| <i>Parachela oxygastroides</i>      | 2              | 0,25  | -               | -     |
| <i>Pectenocypris balaena</i>        | 1              | 0,12  | -               | -     |
| <i>Puntioplites waandersii</i>      | 2              | 0,25  | 9               | 4,27  |
| <i>Rasbora dusonensis</i>           | 2              | 0,25  | -               | -     |
| <i>Thynnichthys thynnoides</i>      | 13             | 1,59  | 94              | 44,55 |
| <i>Thynnichthys polylepis</i>       | 8              | 0,98  | -               | -     |
| <i>Helostoma temminckii</i>         | 241            | 29,53 | 32              | 15,17 |
| <i>Chitala lopis</i>                | 1              | 0,12  | 1               | 0,47  |
| <i>Pangasius polyuranodon</i>       | -              | -     | 1               | 0,47  |
| <i>Osphronemus goramy</i>           | 8              | 0,98  | -               | -     |
| <i>Pristolepis grootii</i>          | 2              | 0,25  | -               | -     |
| <i>Trichopodus pectoralis</i>       | 1              | 0,12  | -               | -     |
| <i>Pseudeutropius brachypterus</i>  | 425            | 52,08 | 1               | 0,47  |
| <i>Kryptopterus macrocephalus</i>   | 1              | 0,12  | -               | -     |
| <i>Belodontichthys dinema</i>       | -              | -     | 1               | 0,47  |
| <i>Kryptopterus macrocephalus</i>   | -              | -     | 11              | 5,21  |
| <i>Ompok rhadinurus</i>             | 50             | 6,13  | 4               | 1,90  |
| <i>Pangasianodon hypophthalmus</i>  | -              | -     | 1               | 0,47  |
| <i>Wallago leeri</i>                | -              | -     | 2               | 0,95  |
| <i>Phalacrotonotus micronemus</i>   | 2              | 0,25  | -               | -     |



Gambar 2. Jumlah genus dalam tiap famili ikan yang tertangkap di Danau Lindung Keliling dan Danau Lindung Pangelang

### Pembahasan

Danau Keliling dan Pangelang termasuk dalam danau banjir, yang mempunyai karakteristik yang sangat kompleks. Danau tersebut dicirikan dengan kandungan bahan organik yang tinggi, pH rendah, fluktuasi oksigen terlarut, dan suhu yang relatif tinggi (Anonim 2016).

Hasil identifikasi keanekaragaman spesies ikan, famili jenis ikan yang dominan di masing-masing danau lindung tersebut berbeda-beda. Walaupun demikian, Danau Lindung Keliling dan Pangelang didominasi oleh famili yang sama, yaitu famili Cyprinidae. Di Danau Keliling ditemukan 14 jenis dari famili Cyprinidae atau 46,67% dari jumlah jenis ikan yang ada. Selain famili Cyprinidae, di perairan danau ini juga ditemukan beberapa famili ikan lainnya, seperti Channidae, 4 jenis (13,33%); Siluridae, tiga jenis (10,00%); Ophichthidae dan Bagridae, masing-masing dua jenis (6,67%); kemudian disusul famili Ambassidae, Helostomatidae, Notopteridae, Pristolepididae dan Schilbeidae, masing-masing diwakili satu spesies (3,33%).

Danau Pangelang didominasi oleh famili Cyprinidae dengan sembilan jenis atau 42,86% dari jumlah jenis ikan yang ada kemudian disusul oleh famili Siluridae empat jenis (19,05%), famili Pangasiidae dua jenis (9,52%) serta Ambassidae, Channidae, Helostomatidae, dan Notopteridae, satu jenis (4,76%) (Tabel 1). Hal tersebut sama dengan hasil penelitian Hadiaty (2001) di Cagar alam Muara Kendawangan, Kalimantan Barat bahwa famili Cyprinidae mendominasi perairan tersebut. Kondisi tersebut juga mirip dengan hasil penelitian Rachmatika (2001) di DAS Mendalam Taman Nasional Betung Kerihun Kalimantan Barat, bahwa jenis ikan yang paling umum ditemukan adalah Cyprinidae (47,88%), Balitoridae (14,08%), dan Cobitidae (12,67%).

Perbedaan keanekaragaman jenis ikan di dua danau tersebut sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: (a) debit air masuk dan ke luar danau tersebut dari Sungai Kapuas, (b) panjang, lebar dan jumlah anak sungai yang menghubungkan danau tersebut dengan sungai induk (Sungai Kapuas), (c) keragaman habitat

yang ter-sedia dan kedalaman maksimumnya. Hasil pengamatan Anonim (2016) menunjukkan bahwa Danau Lindung Pangelang dan Keliling mempunyai dua anak sungai penghubung ke sungai induk (Sungai Kapuas). Anak sungai di Danau Pangelang lebih panjang dibandingkan dengan Danau Keliling sehingga mobilitas jenis ikan di Danau Lindung Keliling dari danau ke sungai induk relatif lebih cepat dibandingkan dengan Danau Pangelang. Kedalaman maksimumnya Danau Keliling saat air surut (5,3 m) lebih dalam dibandingkan Danau Pangelang (3,4 m), sehingga secara vertikal Danau Keliling mempunyai keragaman habitat yang lebih tinggi. Kandungan rata-rata oksigen terlarut di Danau keliling ( $4,05 \text{ mg/L}^{-1}$ ) lebih tinggi dibandingkan Danau Pangelang ( $3,52 \text{ mg/L}^{-1}$ ), pH rata-rata di Danau Keliling (6,29) lebih tinggi dibandingkan Danau Pangelang (5,43), dan turbiditas rata-rata di Danau Pangelang (17,35 NTU) lebih keruh dibandingkan Danau Keliling (9,74 NTU). Berdasarkan karakteristik perairan tersebut, Danau Keliling mempunyai potensi yang lebih tinggi dibandingkan Danau Pangelang untuk mendukung kehidupan ikan, sehingga keanekaragaman jenis ikan secara umum di Danau Keliling lebih tinggi dibandingkan Danau Pangelang.

### Simpulan

Jenis ikan yang paling dominan ditemukan dalam jumlah besar di Danau Lindung Keliling adalah jenis nuayang (*Pseudeutropius brachypterus*) dan biawan (*Helostoma temminckii*). Di Danau Lindung Pangelang, jenis ikan yang mendominasi adalah entukan (*Thynnichthys polylepis*) dan biawan (*Helostoma temminckii*).

### Daftar pustaka

Adjie S, Utomo AD. 2011. Karakteristik habitat dan sebaran jenis ikan di Sungai Kapuas

bagian tengah dan hilir. *Bawal*, 3(5): 277-286

Anonim. 2016. *Penelitian Sumberdaya Ikan di Beberapa Danau Lindung di Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat*. Kerjasama Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumberdaya Ikan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan dan Dinas Perikanan Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat. 98 p.

Dinas Perikanan Kabupaten Kapuas Hulu. 2015. *Profil perikanan Kabupaten Kapuas Hulu*. 78 p.

Hadiaty R K. 2001. Fauna ikan di Cagar Alam Muara Kendawangan, Kalimantan Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 1(2): 1-9

Keck BP, Marion ZH, Martin DJ, Kaufman JC, Harden CP, Schwartz JS, Strange RJ. 2014. Fish functional traits correlated with environmental variables in a temperate biodiversity hotspot. *PLoS One* 9(3): e93237

Kementerian Lingkungan Hidup Kabupaten Kapuas Hulu. 2012. Laporan status lingkungan hidup daerah Kabupaten Kapuas Hulu. Pemerintah Kabupaten Kapuas Hulu. Provinsi Kalimantan Barat. 63 p

Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. *The Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Edition & EMDI Project. Jakarta. 293 p, 84 plates

Leidy RA, Moyle PB. 1998. Conservation status of the world's fish fauna: An overview. In: Fiedler NP, Kareiva PM (editors). *Conservation Biology: For the Coming Decade*. Chapman and Hall. New York. pp. 187–227.

Naiman RJ, Dudgeon D. 2011. Global alteration of freshwaters: influences on human and environmental well-being. Special Feature. *Ecology Resources*, 26(5): 865–873

Rachmatika I. 2001. Biodiversitas ikan di DAS Mendalam, Taman Nasional Betung Kerihun Kalimantan Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 1(1): 19-26

Roberts TR. 1989. *The Freshwater Fishes of Western Borneo (Kalimantan Barat, Indonesia)*. Published by California Academy of Sciences. 223 p

- Utomo AD, Asyari. 1999. Peranan ekosistem hutan rawa air tawar bagi kelestarian sumber daya perikanan di Sungai Kapuas, Kalimantan Barat. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 5(3): 1-14
- Utomo AD, Samuel. 2005. Status keragaman ikan di perairan umum. *Prosiding Forum Perairan Umum Indonesia ke-1*. Balai Riset Perikanan Perairan Umum. Badan Riset Kelautan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Pp. 261-268
- White WT, Last PR, Dharmadi, Faizah R, Chodrijah U, Prisanto BI, Pogonoski JJ, Puckridge M, Blaber SJM. 2013. Market Fishes of Indonesia (Jenis-jenis Ikan di Indonesia). *ACIAR Monograph No.155*. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra. 438 p.

## Evaluasi produksi larva dan keragaan pertumbuhan benih ikan nila merah NIFI F1 selama fase pendederan

[Evaluation of larvae production and growth of juvenile red tilapia NIFI F1 during the nursery phase]

Adam Robisalmi✉, Priadi Setyawan, Bambang Gunadi

Balai Riset Pemuliaan Ikan  
Jl. Raya 2 Sukamandi Subang Jawa Barat 41263

Diterima: 31 Mei 2018; Disetujui: 25 September 2018

### Abstrak

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas genetik yaitu melalui program pemuliaan. Perbaikan karakter reproduksi dan pertumbuhan dapat digunakan sebagai indikator keberhasilan seleksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi produksi larva dan pertumbuhan benih ikan nila merah NIFI F1 dari induk seleksi dan kontrol. Kegiatan dilaksanakan selama empat bulan di Balai Riset Pemuliaan Ikan. Pemijahan dilakukan di kolam air tawar pada hapa 1 m x 1 m. Perbandingan induk ikan nila jantan dan betina 1:1. Larva yang sudah dipanen dimasukkan pada hapa pendederan ukuran 2x2x1 m<sup>3</sup> dengan padat tebar 125 ekor m<sup>-2</sup>. Selama pendederan, larva diberi pakan (protein 38-42%) secara *ad libitum* tiga kali sehari pada bulan pertama dan selanjutnya diberi pakan dua kali sehari 15-20% dari biomassa. Pakan yang diberikan selama pendederan mempunyai protein berkisar 38-42%. Parameter yang diamati meliputi produksi larva, pertumbuhan, laju pertumbuhan spesifik, dan sintasan. Hasil penelitian menunjukkan produksi larva ikan nila merah seleksi yaitu 540±114 ekor dan kontrol 508±142 ekor. Performa pertumbuhan benih ikan nila merah seleksi menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibanding kontrol dengan nilai pertumbuhan panjang 6,33±0,43 cm, pertumbuhan bobot 6,60±0,52 g, laju pertumbuhan spesifik 7,33±0% g hari<sup>-1</sup> serta sintasan 81,50±4,46%, sedangkan populasi kontrol masing-masing 5,76±0,52 cm; 4,90±0,58 g; 4,50±0,35% g hari<sup>-1</sup>; dan 74,85±3,26%. Nilai ini menunjukkan bahwa ada peningkatan pertumbuhan sebesar 25,76% pada benih ikan nila merah NIFI F1.

Kata penting: produksi larva, pertumbuhan, nila merah, seleksi

### Abstract

Genetic quality improvement can be done through breeding programs. The indicator of success in the selection is the improvement of the character of production. Larval production and growth of NIFI of F1 generation red tilapia seeds in the selection and its control parents were evaluated in this study. The research was conducted at the Fish Breeding Research Center for four months. Spawning was carried out on freshwater ponds of cage with size of 1 x 1 m. Tilapia brood stock were stocked with male to female ratio of 1: 1. The larvae rearing were conducted in the cage with size 2x2x1 m<sup>3</sup> and stocking density 125 m<sup>-2</sup>. Pellets with a protein content of 38-40% are given to *ad libitum* larvae three times a day for first month, and then feeding rate was given 15-20% daily from biomass. Seed production, growth, specific growth rate, and survival rate were observed. The results of the experiment show a difference between fish selected and control. Seed production of selection reached 540 ± 114 and controls 508 ± 142. The growth performance of selected red tilapia juvenile showed higher compared with the control. The mean length of selected population reached 6.33 ± 0.43 cm, weight gain 6.60 ± 0.52 g, specific growth rate 7.33 ± 0% g days<sup>-1</sup> and survival rate 81.50 ± 4.46% were respectively and the control population 5.76 ± 0.52 cm; 4.90 ± 0.58 g; 4.50 ± 0.35% g days<sup>-1</sup>; and 74.85 ± 3.26%. These values indicate that the growth of red tilapia juvenile NIFI F1 generation was increased 25.76%.

Keywords : production of larvae, growth, red tilapia, selection

### Pendahuluan

Ikan nila ini merupakan salah satu komoditas perikanan yang terus dibudidayakan untuk peningkatan produksi perikanan nasional karena mempunyai tingkat pemasaran yang tinggi sebagai komoditas ekspor. Usaha budi daya

tersebut dapat berhasil dengan baik apabila ditunjang oleh ketersediaan benih dan induk dalam jumlah yang cukup dan kontinyu. Selama ini pengembangan jenis ikan nila masih menggunakan strain ikan nila hitam dan kawasan budidayanya masih di perairan tawar. Upaya peningkatan produksi ikan nila dapat dilakukan melalui diversifikasi varietas dan lingkungan budi daya.

✉ Penulis korespondensi  
Alamat surel: [aa\\_salmi@yahoo.com](mailto:aa_salmi@yahoo.com)

Salah satu jenis ikan nila yang potensial untuk dikembangkan adalah ikan nila merah (*Oreochromis* spp.). Ikan nila merah sudah sejak lama diintroduksi ke Indonesia. Menurut Ariyanto *et al.* (2011) Salah satu ikan nila merah yang didatangkan ke Indonesia sejak tahun 1981 adalah nila merah NIFI (*National Inland Fisheries Institute*) yang berasal dari negara Philipina dengan tujuan untuk meningkatkan usaha budi daya dan penyediaan sumber genetik baru. Ikan nila strain NIFI merupakan hasil hibridisasi antara ikan nila betina *reddish-orange mossambique* (*Oreochromis mossambicus*) dengan ikan nila jantan normal (*Oreochromis niloticus*) (Popma & Masser 1999).

Dalam perkembangan budi daya ikan nila merah terdapat beberapa permasalahan yang dihadapi diantaranya, yaitu tumbuh lambat dan berdaging tipis. Hal ini diindikasikan telah terjadinya penurunan kualitas genetik. Ariyanto (2002) dan Hadie *et al.* (2013) melaporkan budi daya ikan nila saat ini pada umumnya terdapat permasalahan yaitu adanya indikasi kawin sekerabat yang menyebabkan terjadinya penurunan kualitas genetik. Salah satu penyebabnya adalah karena jumlah induk yang tidak memenuhi jumlah  $N_e$  (*effective breeding number*), bahkan banyak yang memiliki induk kurang dari 10 ekor. Selain itu pola pemijahan dalam perbenihan nila terjadi secara acak tanpa memerhatikan kaidah-kaidah genetik, sehingga keragaman genetik semakin menurun dari waktu ke waktu. Kondisi seperti itu menjadi salah satu penyebab terjadinya tekanan silang-dalam (*inbreeding depression*) pada tingkat yang tinggi.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas genetik pada karakter yang diinginkan adalah melalui program pemuliaan dengan metode seleksi. Menurut Nugroho *et al.* (2014), kegiatan seleksi merupakan upa-

ya untuk mempersempit atau menurunkan variasi sifat tertentu agar lebih stabil dengan memanfaatkan pengaruh silang dalam. Kegiatan seleksi pada ikan nila merah di Balai Riset Pemuliaan Ikan telah dilakukan dalam rangka pembentukan ikan nila merah toleran salinitas tinggi. Strain ikan nila merah yang digunakan adalah nila merah NIFI dan telah menghasilkan populasi F0 ikan nila merah terseleksi dan kontrol. Salah satu cara untuk mengukur tingkat keberhasilan seleksi adalah dengan melihat performa pada generasi berikutnya diantaranya karakter reproduksi dan pertumbuhan. Robisalmi & Dewi (2014) melaporkan bahwa pada ikan nila merah Generasi 1 diestimasi terjadi peningkatan genetik pada karakter bobot sebesar 11,04%.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi produksi larva ikan nila merah NIFI dan mengevaluasi pertumbuhan benih ikan nila merah NIFI F1 seleksi dan kontrol pada fase pendederan.

## Bahan dan metode

Ikan uji yang digunakan adalah ikan nila red NIFI (*National Inland Fisheries Institute*) *O. niloticus*  $\times$  *O. mossambicus* (Galman & Avtalion 1983, Pillay 1991) yang didatangkan dari PT. CP Pabuaran sejak tahun 2007. Kegiatan dilakukan di kolam air tawar Balai Riset Pemuliaan Ikan Sukamandi selama empat bulan pada Maret-Juni 2014. Pemijahan untuk menghasilkan benih ikan nila merah F1 dilakukan menggunakan induk ikan nila merah F0 yang terdiri atas dua populasi, yaitu populasi ikan seleksi dan populasi kontrol. Populasi tersebut diperoleh dari hasil pembesaran di tambak bersalinitas 30 ppt. Induk ikan nila merah yang digunakan berjumlah lima pasang untuk masing-masing populasi (seleksi dan kontrol). Pemijahan dilakukan di hapa berukuran 1x1 m<sup>2</sup> dengan perbandingan antara induk jantan dan

betina adalah 1:1. Pada hari ke-15 dilakukan tahap pemanenan larva baik pada populasi seleksi maupun kontrol. Larva yang dikoleksi dihitung terlebih dahulu untuk mengetahui keragaan reproduksi induk dari populasi seleksi dan kontrol. Selanjutnya larva dari masing-masing populasi ditebar ke hapa pendederan berukuran 2x2x1 m<sup>3</sup> dengan padat tebar 125 ekor m<sup>-2</sup>. Selama masa pemeliharaan 90 hari pada bulan pertama larva diberi pakan berprotein 38-40% secara *ad libitum* tiga kali sehari dan dua bulan berikutnya larva diberi pakan 15-20% dari biomassa dengan frekuensi dua kali sehari. Kegiatan sampling dilakukan setiap bulan sekali meliputi pengukuran panjang dan penimbangan bobot. Parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi keragaan reproduksi larva, pertumbuhan, laju pertumbuhan spesifik, dan sintasan. Jumlah sampel yang diamati sebanyak 10% dari jumlah ikan.

### Analisis Data

Analisis data menggunakan *independent t test* dengan program SPSS 17. Beberapa parameter yang diukur dan dihitung ialah pertumbuhan panjang dan bobot, koefisien keragaman, dan laju pertumbuhan.

Pertumbuhan panjang (nilai yang dihasilkan dari selisih antara panjang ikan pada akhir pemeliharaan dengan panjang ikan pada awal penebaran).

$$\Delta L = L_t - L_0$$

Keterangan:  $L_0$  = panjang awal (cm),  $L_t$  = panjang akhir (cm)

Pertumbuhan bobot (perbedaan bobot ikan pada awal penebaran dengan bobot ikan saat pemanenan).

$$\Delta W = W_t - W_0$$

Keterangan:  $W_0$  = bobot awal (g),  $W_t$  = bobot pada waktu t (g)

Koefisien keragaman (CV) dihitung dengan rumus:

$$CV = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100$$

Keterangan:  $SD$  = simpangan baku;  $\bar{x}$  = Rataan populasi

Laju pertumbuhan spesifik (SGR) dihitung dengan rumus:

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t}$$

Keterangan = waktu pemeliharaan (hari)

Sintasan (SR) dihitung dengan rumus:

$$SR = \frac{N_t}{N_0}$$

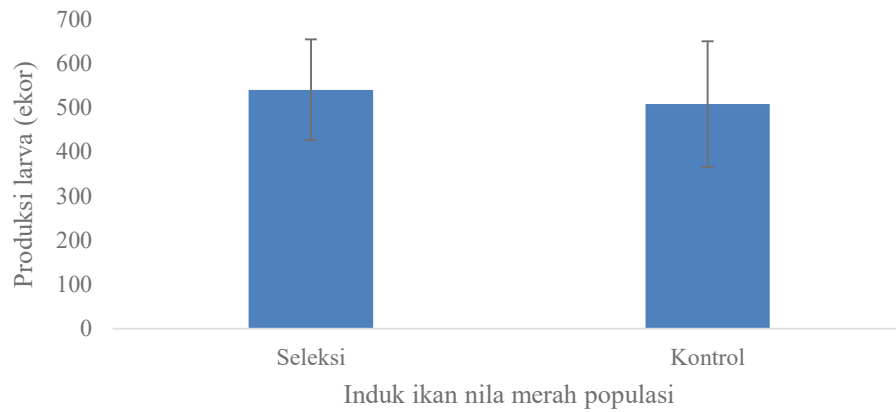
Keterangan:  $N_t$  = Jumlah ikan di akhir pemeliharaan (ekor),  $N_0$  = Jumlah ikan di awal pemeliharaan (ekor)

### Hasil

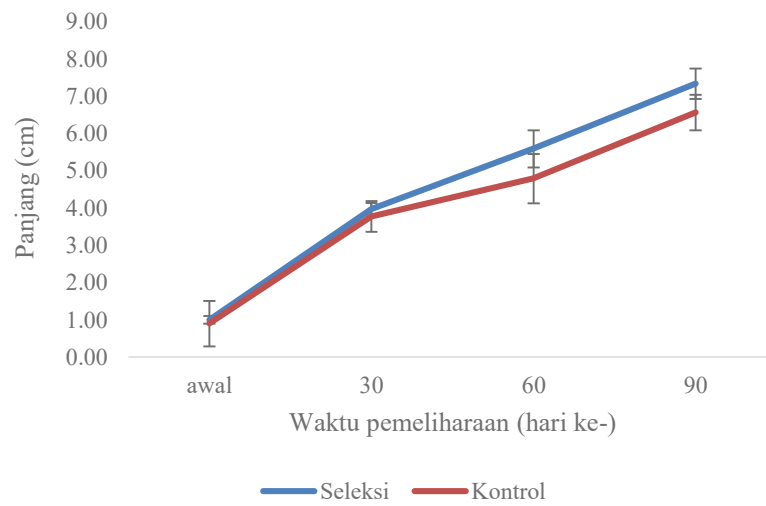
Produksi larva hasil pemijahan induk jantan dan betina menggunakan nisbah 1:1 antara induk ikan nila merah seleksi dan kontrol tidak menunjukkan perbedaan nyata ( $P > 0,05$ ) dengan hasil yang relatif sama, yaitu  $540 \pm 114$  dan  $508 \pm 142$  ekor (Gambar 1).

Gambar 2 menunjukkan pola pertambahan panjang dan bobot benih ikan nila merah seleksi dan kontrol meningkat setiap bulannya. Pertumbuhan panjang dan bobot benih ikan nila merah seleksi lebih tinggi dibanding kontrol, variasi pertumbuhan terlihat sejak hari ke 60 sampai akhir pemeliharaan.

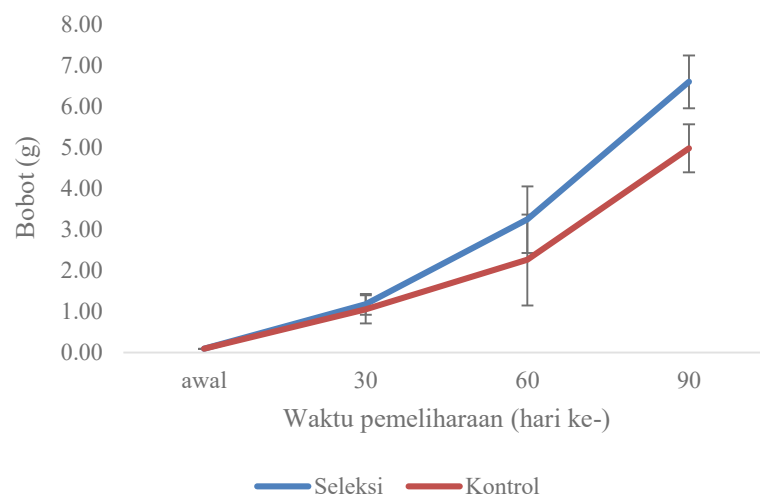
Pada Tabel 1 terlihat bahwa pertumbuhan panjang benih ikan nila merah seleksi lebih tinggi 9 % dibanding ikan nila merah kontrol, namun hasil ini tidak berbeda nyata secara statistik ( $P > 0,05$ ). Hasil yang berbeda nyata ditunjukkan pertumbuhan bobot ( $P < 0,05$ ) yaitu bobot benih ikan nila merah seleksi mempunyai nilai yang lebih tinggi 25,76 % dibandingkan dengan kontrol.



Gambar 1. Jumlah produksi larva induk ikan nila merah populasi seleksi dan kontrol



(a)



(b)

Gambar 2. Pola pertumbuhan panjang (a) dan bobot (b) benih ikan nila merah F1 selama pendederan

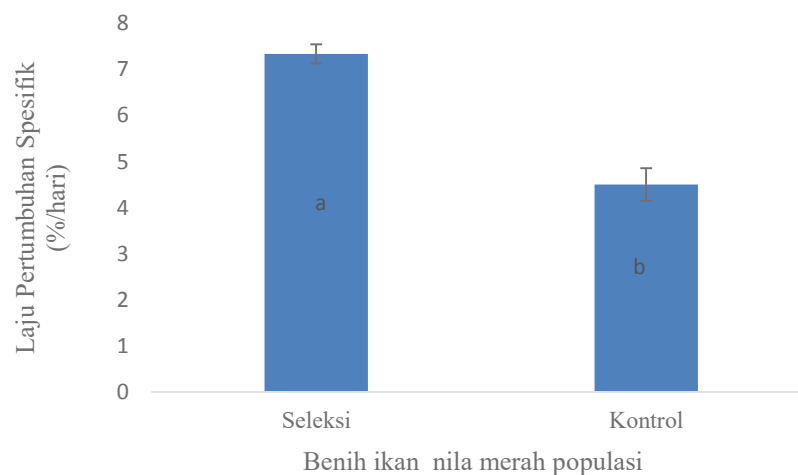
Nilai koefisien keragaman panjang pada populasi seleksi dan kontrol relatif sama dan secara statistik tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ), namun memiliki hasil berbeda nyata ( $P<0,05$ ) pada nilai koefisien keragaman bobot (Tabel 1). Nilai koefisien keragaman karakter bobot pada benih ikan nila merah NIFI lebih tinggi dibandingkan dengan nilai koefisien keragaman karakter panjang.

Nilai laju pertumbuhan spesifik benih nila merah seleksi pada akhir pemeliharaan terlihat lebih tinggi 38,61% dibanding benih nila merah kontrol (Gambar 2). Berdasarkan hasil perhitungan statistik, parameter ini menunjukkan hasil yang signifikan berbeda nyata ( $P<0,05$ ). Nilai laju pertumbuhan spesifik benih nila merah seleksi masing-masing sebesar  $7,33\pm0,21\%$  bobot hari<sup>-1</sup>, sedangkan benih kontrol  $4,50\pm0,35\%$  bobot hari<sup>-1</sup>.

Tabel 1. Rerata panjang, bobot, dan laju pertumbuhan benih ikan nila merah F1 populasi seleksi dan kontrol

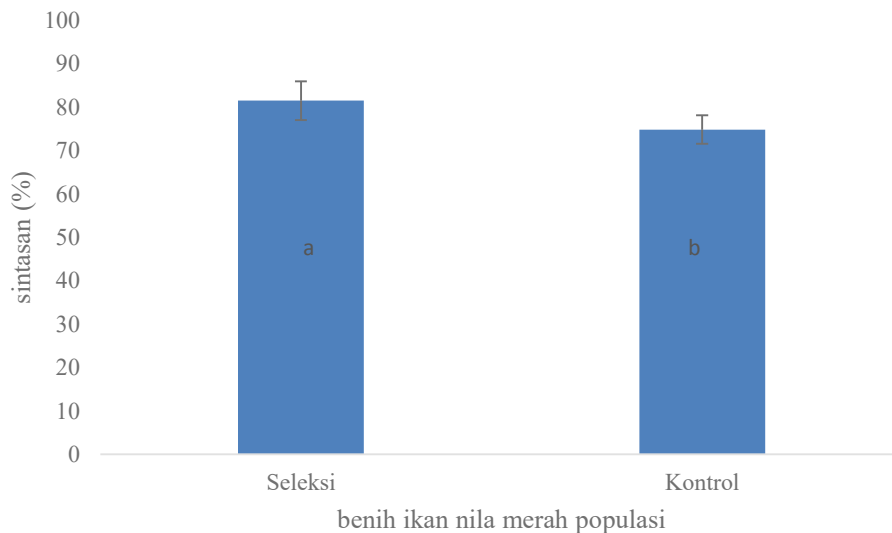
| Parameter                       | Populasi seleksi | Populasi kontrol |
|---------------------------------|------------------|------------------|
| Panjang awal (cm)               | $1,00\pm0,06$    | $0,80\pm0,06$    |
| Panjang akhir (cm)              | $7,33\pm0,40$    | $6,56\pm0,58$    |
| Bobot awal (g)                  | $0,10\pm0,02$    | $0,10\pm0,02$    |
| Bobot akhir (g)                 | $6,61\pm0,65$    | $4,99\pm0,58$    |
| Pertumbuhan panjang (cm)        | $6,33\pm0,43^a$  | $5,76\pm0,52^a$  |
| Pertumbuhan bobot (g)           | $6,60\pm0,65^a$  | $4,90\pm0,58^b$  |
| Koefisien keragaman panjang (%) | $8,21\pm2,10^a$  | $7,75\pm1,49^a$  |
| Koefisien keragaman bobot (%)   | $31,55\pm6,68^a$ | $22,07\pm1,88^b$ |

\*Nilai dengan notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata  $P>0,05$



\*Nilai dengan notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata  $P>0,05$ .

Gambar 2. Nilai laju pertumbuhan spesifik benih ikan nila merah seleksi dan kontrol.



Gambar 3. Sintasan larva ikan nila merah F1 populasi seleksi dan kontrol selama pendederan

Selama pemeliharaan telah terjadi kematian pada kedua populasi benih ikan nila merah seleksi dan kontrol. Berdasarkan hasil statistik diketahui bahwa tidak ada perbedaan antara ikan nila merah seleksi dan kontrol ( $P > 0,05$ ). Benih ikan nila merah seleksi diketahui mempunyai sintasan yang lebih tinggi dibanding kontrol masing-masing sebesar 81,50 % dan 74,85 % (Gambar 3).

### Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa tidak semua induk yang dipijahkan berhasil memijah dan menghasilkan telur. Hal ini bisa disebabkan oleh faktor musim yang telah memasuki periode kemarau. Pada saat musim kemarau, ikan nila cenderung tidak aktif memijah apabila dibandingkan ketika musim penghujan. Menurut Pena-Mendoza *et al.* (2005) faktor yang memengaruhi pemijahan adalah intensitas cahaya matahari dan curah hujan. Pada umumnya ikan nila akan memijah maksimal pada musim hujan dan suhu berada pada level sedang (hangat) serta didukung oleh tingginya kelimpahan fitoplankton. Selain itu reproduksi ikan nila juga dipenga-

ruhi oleh kualitas pakan, kepadatan dalam suatu populasi serta suhu (El-Sayed *et al.* 2007).

Selama pemijahan, larva ikan nila merah yang diperoleh dari hasil pemijahan induk seleksi dan kontrol rata-rata berjumlah 500 ekor larva per induk. Nilai tersebut tergolong rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian Essa & Haroun (1998) dan Listiyowati *et al.* (2009) yang melaporkan bahwa jumlah larva ikan nila merah, berkisar dari 754-986 ekor. Rendahnya jumlah larva yang dihasilkan induk ikan nila merah seleksi dan kontrol, bisa diakibatkan karena ukuran induk yang digunakan relatif masih kecil yaitu berkisar dari 200-300 g. Ikan yang memiliki ukuran bobot tubuh yang kecil cenderung mempunyai jumlah telur yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan ikan yang lebih besar dikarenakan perbedaan ukuran gonad. Siraj *et al.* (1983) melaporkan bahwa umur dan ukuran ikan nila betina berpengaruh terhadap kinerja reproduksi dan berkorelasi positif dengan tingkat pemijahan, panjang telur, dan daya tetas.

Produksi larva yang rendah, selain disebabkan oleh ukuran induk bisa juga dipengaruhi oleh faktor penghambat kematangan gonad, yaitu

salinitas. Hal ini dikarenakan induk yang digunakan untuk pemijahan merupakan hasil pembesaran di tambak bersalinitas 25-30 ppt. Pada kondisi salinitas tinggi, ikan akan mengalami stress karena tekanan osmosis tinggi yang memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan kematangan gonad, namun apabila kondisi isoosmotik maka ikan akan berada pada kondisi yang optimal. Darwisito *et al.* (2015) menyatakan bahwa indeks gonad somatik, diameter telur dan fekunditas telur mengalami penurunan seiring dengan peningkatan salinitas dari 10 menjadi 30 ppt. Senada dengan laporan Schofield *et al.* (2011) dan Setyawan *et al.* (2015) pemeliharaan pada salinitas tinggi kemungkinan berpengaruh pada terlambatnya proses perkembangan dan kematangan gonad ikan nila di keramba jaring apung laut. Meskipun ikan dapat tumbuh pada salinitas laut tetapi proses perkembangan reproduksinya terganggu dan jumlah oosit menurun tajam pada salinitas di atas 30 ppt. Gonad ikan nila betina yang dipelihara pada KJA laut bersalinitas 30 ppt tidak berkembang baik dan mempunyai ukuran yang lebih kecil bila dibandingkan dengan gonad ikan nila hasil pembesaran di air tawar selama tiga bulan.

Pada penelitian ini diketahui pola pertumbuhan benih ikan nila merah yang dipelihara selama 90 hari (seleksi maupun kontrol) mengalami peningkatan pertumbuhan setiap bulannya. Hasil ini menunjukkan bahwa pakan yang diberikan dan lingkungan selama pemeliharaan berada dalam kondisi yang optimal untuk ikan tumbuh. Pertumbuhan yang lebih tinggi pada populasi benih ikan nila merah seleksi menunjukkan bahwa populasi tersebut mempunyai kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap lingkungan sehingga lebih aktif dalam bergerak dan mencari pakan. Aksungur *et al.* (2007) menyatakan bahwa ada indikasi yang berhubungan dengan interaksi so-

sial ikan. Kompetisi pakan dan ruang gerak dapat memberikan pengaruh negatif terhadap pertumbuhan ikan. Padat tebar yang tinggi dapat meningkatkan stress sehingga kebutuhan energi pun meningkat, hal ini dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan dan penyerapan makanan.

Berdasarkan hasil penelitian, ikan nila merah seleksi maupun kontrol mempunyai nilai pertumbuhan panjang, pertumbuhan bobot dan laju pertumbuhan spesifik masing-masing berkisar dari 5-6 cm, 4-6 g dan 4-7 %bw/hari<sup>-1</sup>. Nilai ini yang jauh lebih baik bila dibandingkan dengan hasil penelitian Essa & Haroun (1998) bahwa benih *red tilapia* yang dipelihara selama 90 hari pada hapa pendederan mempunyai rerata bobot sebesar 2,07 g, panjang 3,82 cm, laju pertumbuhan spesifik 3,73% bw hari<sup>-1</sup>; dan benih *Oreochromis niloticus* yang mempunyai rerata bobot sebesar 1,91 g, panjang 3,98 cm dengan laju pertumbuhan spesifik 3,98% bw hari<sup>-1</sup>. Pada strain ikan nila lainnya yaitu ikan nila biru, dilaporkan bahwa benih nila biru mempunyai rerata bobot mutlak sebesar 1,87 g, laju pertumbuhan spesifik 12,73% bw hari<sup>-1</sup> setelah masa pemeliharaan 30 hari (Robisalmi *et al.* 2013).

Koefisien keragaman karakter bobot benih ikan nila merah NIFI seleksi maupun kontrol pada fase pendederan menunjukkan nilai yang lebih besar dibandingkan nilai koefisien keragaman pada panjang. Hal tersebut dapat diasumsikan bahwa nilai keragaman fenotip pada karakter bobot lebih luas dan menyebar dibandingkan karakter lainnya. Menurut Tave (1993), tingginya nilai koefisien keragaman dalam suatu populasi menunjukkan keberagaman ukuran individu dalam populasi tersebut. Hal ini menjadikan populasi itu, dapat digunakan sebagai kandidat yang akan diseleksi. Falconer (1981) menyatakan bahwa variasi genetik dan variasi lingkungan bersama-sama membentuk variasi fenotip yang me-

nyebabkan adanya perbedaan penampilan individu

Nilai pertumbuhan panjang dan bobot serta laju pertumbuhan spesifik benih ikan nila merah hasil pemijahan induk seleksi mempunyai nilai yang lebih tinggi dibanding kontrol. Tingginya nilai pertumbuhan bobot benih ikan nila merah NIFI seleksi dibanding kontrol memberikan gambaran bahwa penggunaan induk hasil seleksi akan berdampak positif terhadap anakan yang dihasilkan. Populasi anakan ikan nila merah hasil induk seleksi menunjukkan peningkatan pertumbuhan sebesar 25,76 % dibanding kontrol. Hasil ini selaras dengan penelitian Widyastuti *et al.* (2008) bahwa pertumbuhan larva dan benih ikan nila hasil seleksi hasil pemeliharaan 40 hari menunjukkan performa yang lebih baik lebih baik dibandingkan dengan generasi sebelumnya dan non seleksi yang berasal dari pembudidaya ikan. Gunadi & Robisalmi (2014) menambahkan bahwa benih F1 ikan nila biru hasil pemijahan induk terseleksi lebih tinggi 19,08% dibanding kontrol pada karakter pertumbuhan bobot dan lebih tinggi 7% pada nilai laju pertumbuhan spesifik. Adanya peningkatan pertumbuhan pada anakan hasil induk seleksi menunjukkan keberhasilan dalam program seleksi. Warwick *et al.* (1995) dan Ponzone *et al.* (2004) memprediksi bahwa ada kenaikan kemajuan genetik rata-rata sebesar 10% pada setiap generasi hasil kegiatan seleksi. Selain itu peningkatan mutu genetik (*genetic gain*) pada induk melalui seleksi akan mengubah rata-rata populasi turunannya ke arah yang lebih baik.

Selama pemeliharaan diketahui terjadi kematian baik pada populasi seleksi maupun kontrol. Nilai sintasan ikan nila merah seleksi menunjukkan sintasan yang lebih tinggi 8,91% dibanding kontrol. Namun secara umum nilai sintasan yang diperoleh masih dikategorikan tinggi. Nilai sintasan yang berkisar dari 74-81% selaras

dengan penelitian Ronald *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa sintasan larva ikan nila selama masa pendederan mencapai 82,90%. Setyawan & Robisalmi (2015) melaporkan larva ikan nila merah NIFI hasil pendederan pertama mempunyai sintasan sebesar 93,33%. Tingginya sintasan selama masa pemeliharaan menunjukkan bahwa kondisi lingkungan perairan budi daya masih ideal untuk perkembangan hidup benih ikan. Adapun mortalitas yang terjadi lebih disebabkan adanya predator yaitu burung. Menurut El-Sherif & El-Feky (2009) dan Ronald *et al.* (2014), nilai sintasan 100% berkaitan erat dengan lingkungan yang baik, serta kualitas air, biomassa ikan dan padat tebar. Selain itu sintasan benih juga bisa dipengaruhi oleh ukuran ikan. Benih dengan bobot yang lebih besar pada ikan nila merah hasil seleksi mempunyai mortalitas yang lebih rendah. Hofer & Watts (2002) menyatakan bahwa benih ikan nila merah dengan bobot yang lebih besar menunjukkan sintasan lebih tinggi dibanding ikan dengan bobot lebih kecil. Berdasarkan hasil penelitian ini penggunaan benih ikan nila merah hasil seleksi berpotensi untuk meningkatkan produktivitas budi daya ikan dan dapat mengurangi resiko gagal panen. Hasil ini selaras dengan pernyataan Ariyanto & Listiyowati (2015) bahwa pemanfaatan varietas unggul selain mempunyai tingkat produktivitas yang relatif stabil pada berbagai lokasi budi daya, pemanfaatan varietas unggul tersebut juga mengurangi risiko kegagalan panen jika terjadi perubahan kondisi lingkungan yang sulit diramalkan.

### Simpulan

Ikan nila merah NIFI induk seleksi mempunyai produksi larva lebih tinggi dibandingkan induk kontrol. Selain itu benih ikan nila merah NIFI F1 hasil pemijahan induk seleksi mampu

nyai pertumbuhan dan sintasan yang lebih tinggi dibanding benih hasil pemijahan induk kontrol.

#### Daftar pustaka

- Aksungur N, Aksungur M, Akbulut B, Kutlu I. 2007. Effects of stocking density on growth performance, survival and food conversion ratio of Turbot (*Psetta maxima*) in the net cages on the south-eastern coast of the Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7(2): 147-152.
- Ariyanto D. 2002. Analisis keragaman bentuk tubuh ikan nila strain gift pada tiga tingkatan umur yang berbeda. *Jurnal Perikanan*, 4(1): 19-26.
- Ariyanto D, Listiyowati N, Imron. 2011. Analisis truss morfometrik beberapa varietas ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 6(2):187-196.
- Ariyanto D, Listiyowati, N. 2015. Interaksi genotipe dengan lingkungan, adaptabilitas dan stabilitas penampilan fenotipik empat varietas unggul ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(1): 1-9.
- Darwisito S, Sinjal HJ, Wahyuni I. 2015. Tingkat kematangan gonad, kualitas telur dan ketahanan larva ikan nila (*Oreochromis niloticus*) berdasarkan perbedaan salinitas. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*, 2(2): 86-94.
- El-Sherif M, El-Feky MI. 2009. Performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings effect of pH. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11(6): 297-300.
- El-Sayed H, Akel KH, Moharram SG. 2007. Reproductive biology of *Tilapia zillii* (gerv, 1840) from Abu Qir Bay, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 33(1): 379-394.
- Essa MA, Haroun RM. 1998. Cross breeding experiments on some important fishes of family Cichlidae (genus *Oreochromis*) and evaluation of their hybrids. *Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 2(3): 43-61.
- Falconer DS. 1981. *Introduction to Quantitative Genetics*. 2nd edition. Longman, Inc. United Kingdom. 340 p.
- Galman OR, Avtalion R. 1983. A preliminary investigation of the characteristics of red tilapias from the Philippines and Taiwan. *Proceedings of the First International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. Israel. pp. 291-301.
- Gunadi B, Robisalmi A. 2014. Performa pertumbuhan benih ikan nila biru (*Oreochromis aureus*) hasil pemijahan induk terseleksi dan non seleksi pada tahap pendederan. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan XI Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. pp. 615-620.
- Hadie LE, Dewi RRSS, Hadie W. 2013. Efektivitas strain ikan nila srikandi (*Oreochromis niloticus*) dalam perbenihan skala massal. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 13(1): 13-23.
- Hofer SC, Watts SA. 2002. Cold tolerance in genetically male tilapia (GMT registered), *Oreochromis niloticus*. *World Aquaculture*, 33(2): 19-21.
- Listiyowati N, Ariyanto D, Robisalmi A, Hayuningtyas EP. 2009. Keragaan reproduksi induk pesilangan antara ikan nila (*Oreochromis* sp.) dengan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2009*. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Jakarta. pp.711-717.
- Nugroho E, Rustadi, Priyanto D, Sulistyono, Sunaryo, Susilo BW. 2014. Penurunan keragaman genetik pada f-4 ikan nila merah "cangkkring" hasil pemuliaan dideteksi dengan marka genetik. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9(1): 25-30.
- Pena-Mendoza B, Gomez-Marquez JL, Salgado-Hugarte IH, Ramirez-Noguera D. 2005. Reproductive biology of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) at Emiliano Zapata Dam, Morelos, Mexico. *International Journal of Tropical Biology and Conservation*, 53(3-4): 515-522.
- Pillay TVR. 1991. *Tilapias. Aquaculture Principles and Practices*, Chap. 19. pp. 360-376.
- Ponzoni RW, Hamzah A, Saadiah T, Kamaruzzaman T. 2005. Genetic parameters and response to selection for live weight in the gift strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 247(1-4): 203 - 210.

- Popma T, Masser M. 1999. *Tilapia life history and biology*. SRAC Publication No. 283. Southern Regional Aquaculture Center, MSU. Mississippi, United States of America. 4.
- Robisalmi A, Dewi RRSPS, Setyawan P. 2013. Potensi produksi benih ikan nila biru (*Oreochromis aureus*) untuk menunjang budidaya. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia Hasil Penelitian Kelautan dan Perikanan Tahun 2012*. Sekolah Tinggi Perikanan. Jakarta. pp. 1-7
- Robisalmi A, Dewi RRSPS. 2014. Estimasi heritabilitas dan respons seleksi ikan nila merah (*Oreochromis spp.*) pada tambak bersalinitas *Jurnal Riset Akuakultur*, 9(1): 47-57.
- Ronald N, Gladys B, Gasper E. 2014. The effects of stocking density on the growth and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry at son fish farm, Uganda. *Journal of Aquaculture and Research*, 5(2) :2-7.
- Setyawan P, Robisalmi A. 2015. Produktivitas benih hasil pemijahan alami ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*), nila biru (*O. aureus*) dan nila merah (*O. niloticus*). *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan V Tahun 2015*. Universitas Brawijaya. Malang. pp. 37-40.
- Setyawan P, Robisalmi A, Gunadi B. 2015. Perbaikan pertumbuhan dan toleransi salinitas ikan nila srikandi (*Oreochromis aureus x niloticus*) melalui hibridisasi dan back-cross dengan *O. aureus* F-1 di keramba jaring apung laut. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(4): 471-479.
- Schofield PJ, Peterson MS, Lowe MR, Brown-Peterson NJ, Slack WT. 2011. Survival, growth and reproduction of non-indigenous Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758). I. Physiological capabilities in various temperatures and salinities. *Marine and Freshwater Research*, 62: 439-449.
- Siraj RO, Castillo-Calluser S, Dunham EA. 1983. Reproductive traits for three year classes of *Tilapia nilotica* and maternal effects of their progeny. *Proceeding International Symposium on Tilapia in Aquaculture 1983*. 210-218.
- Tave D. 1993. *Genetic for Fish Hatchery Managers*. 2nd ed. AVI. Publishing Company. Inc. Connecticut. 418 p.
- Warwick EJ, Astuti JM, Hardjasubroto W. 1995. *Pemuliaan Ternak*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 485 p.
- Widyastuti YR, Subagja J, Gustiano R. 2008. Reproduksi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) seleksi dan non seleksi: karakter induk, telur, embrio dan benih. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 8(1):17-20.

## Morfologi tulang anggota gerak (*ossa appendicularis*) ikan keureling, *Tor tambroides* (Bleeker, 1854)

[Morphology of appendicular skeleton of the Thai mahseer's *Tor tambroides* (Bleeker, 1854)]

Yusrizal Akmal<sup>1</sup>, Ilham Zulfahmi<sup>2✉</sup>, M. F. Rahardjo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Almuslim, Jalan Almuslim, Matang Glumpang Dua, Peusangan, Kabupaten Bireuen, Aceh 24261

<sup>2</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Kota Pelajar dan Mahasiswa, Darussalam, Banda Aceh 23111

<sup>3</sup>Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-IPB, Jalan Agatis 1 Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

Diterima: 15 Agustus 2018; Disetujui: 9 Oktober 2018

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan morfologi tulang anggota gerak (*ossa appendicularis*) ikan keureling (*Tor tambroides* Bleeker, 1854). Contoh ikan diperoleh dari pedagang ikan di wilayah sungai Tangse Kabupaten Pidie dengan bobot 5 kg dan panjang 65 cm. Tahapan pembuatan preparat tulang dilakukan di Laboratorium Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Almuslim Kabupaten Bireuen, sedangkan identifikasi terminologi tulang anggota gerak ikan dilakukan di Laboratorium Terpadu Biologi, Program studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Pembuatan tulang anggota gerak dilakukan secara fisik dan kimiawi. Pemotretan setiap bagian tulang dilakukan dengan menggunakan kamera *Canon EOS 700D* dan diolah dengan menggunakan *Adobe Photoshop CS3*. Penamaan setiap bagian tulang anggota gerak ikan yang telah diteliti sebelumnya, baik dari famili yang sama maupun dari famili yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tulang anggota gerak (*ossa appendicularis*) ikan keureling terdiri atas sepasang sirip dada (*pinna pectoralis*), sepasang sirip perut (*pinna pelvis*), sirip punggung (*pinna dorsalis*), sirip anal (*pinna analis*), dan sirip ekor (*pinna caudalis*). Karakteristik sirip ikan keureling relatif sama pada famili sejenis (*Cyprinidae*), namun terdapat perbedaan apabila dibandingkan dengan ikan dari famili lainnya (*Osphronemidae*, *Zaproridae*, dan *Tetraodontidae*).

Kata penting: *Tor tambroides*, *ossa appendicularis*, *pinna pectoralis*, *pinna pelvis*, *pinna dorsalis*, *pinna analis*, *pinna caudalis*

### Abstract

This study aims to describe the appendicular skeleton morphology (*ossa appendicularis*) of Thai mahseer's (*Tor tambroides* Bleeker, 1854). The samples were obtained from fish traders in the Tangse River area of Pidie district, fish weight about 5 kg and length of 65 cm. The axial skeleton preparations conducted at the Laboratory of Mathematics and Natural Sciences, Almuslim University, Bireuen district. The skeleton terminology identification was done at Integrated Biology Laboratory, Biology Department, Faculty of Science and Technology, Ar-Raniry Islamic State University. The preparation of Thai mahseer's axial skeleton was done by physically and chemically processed. Axial skeleton was arranged into a single piece to analyze every part of it. Documentation every part of axial skeleton was using *Canon EOS 700D* camera and processed by *Adobe Photoshop CS3*. The structure of fish constituent was named based on some published papers. The results showed that appendicular skeleton of Thai mahseer belonging to a pair of pectoral fin (*pinna pectoralis*), a pair of abdominal fins (*pinna pelvis*), the dorsal fin (*pinna dorsalis*), anal fin (*pinna analis*) and the caudal fin (*pinna caudalis*). Thai mahseer has similar morphological characters of appendicular skeleton compared to its family (*Cyprinidae*) but has some difference when compared to other families (*Osphronemidae*, *Zaproridae*, dan *Tetraodontidae*).

Keywords: *Tor tambroides*, *ossa appendicularis*, *pinna pectoralis*, *pinna pelvis*, *pinna dorsalis*, *pinna analis*, *pinna caudalis*

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: [ilhamgravel@yahoo.com](mailto:ilhamgravel@yahoo.com)

## Pendahuluan

Tulang rangka pada ikan terdiri atas tiga bagian utama yaitu tulang tengkorak (*ossa cranium*), tulang belakang (*ossa vertebrae*), dan tulang anggota gerak (*ossa appendicularis*). Tulang anggota gerak ikan tersusun dari sirip yang didukung elemen rangka dan dikendalikan oleh otot sirip (Hilton 2011). Tulang ini bertanggung jawab untuk menjaga akselerasi dan stabilitas ikan. Menurut Standen (2011), ikan menggantungkan pergerakan dan dorongannya pada sirip sekitar 20%. Umumnya ikan memiliki dua sirip berpasangan dan tiga sirip tunggal. Sirip berpasangan terdiri atas sirip dada (*pinna pectoralis*) dan sirip perut (*pinna pelvis*), sedangkan sirip tunggal terdiri atas sirip punggung (*pinna dorsalis*), sirip anal (*pinna analis*), dan sirip ekor (*pinna caudalis*).

Pengetahuan mengenai struktur dan fungsi sirip ikan diperlukan dalam rangka memahami cara ikan berakselerasi dan memelihara keseimbangan tubuhnya di dalam air (Drucker & Lauder 2000, Standen 2011). Ikan menggunakan sirip dada untuk menambah dorongan ke arah depan (Lauder *et al.* 2006) dan menjaga keseimbangan ketika ikan bergerak pada kecepatan tinggi (Aiello *et al.* 2018). Pada ikan *Lepomis macrochirus*, sirip dada juga berperan sebagai alat bantu navigasi dan mekanosensor untuk melewati rintangan yang terdapat didalam lingkungan hidupnya (Flammang & Lauder 2013). Sirip perut ikan *Oncorhynchus mykiss* memiliki peranan kinematika dalam menjaga kestabilan pada kecepatan rendah (Standen 2008). Sirip punggung dan sirip anal ikan berfungsi memelihara stabilitas, mempertahankan posisi tubuh, dan menambah gaya dorong yang berasal dari pergerakan otot di pangkal sirip punggung dan anal (Lauder & Madden 2007, Standen & Lauder 2007).

Sirip ekor memiliki daya dorongan optimal secara hidrodinamik yang dihasilkan oleh otot *longitudinalis hypochordal* (Lauder 2000; Flammang & Lauder 2016). Selain itu, bentuk sirip ekor juga dapat mengindikasikan kebiasaan berenang ikan. Sebagai contoh, ekor bercabang memungkinkan ikan untuk berenang pada kecepatan tinggi secara terus menerus (Aspinall & Cappello 2015). Bentuk sirip ekor ikan *Periophthalmus gracilis* merupakan modifikasi dari *os hypural*, *os epural*, dan *os uroneural* sehingga dapat diadaptasikan sebagai penyeimbang dan tumpuan ketika bergerak di darat (Susanto & Utari 2016).

Pada beberapa spesies ikan, bentuk sirip mengalami modifikasi dari bentuk umum dan mempunyai beberapa fungsi tambahan lain disamping sebagai alat gerak dan keseimbangan tubuh. Pada ikan *Gambusia affinis* jantan, jari-jari sirip anal ke 3, 4, dan 5 termodifikasi menjadi lebih panjang dan berfungsi sebagai alat penyalur sperma (gonopodium) (Ogino *et al.* 2004). Sirip anal pada ikan *Glyptothorax exodon* terletak cenderung mengarah ke arah ventral serta memiliki fungsi tambahan sebagai alat penempel (Ng & Rachmatika 2005).

Ikan keureling (*Tor tambroides*, Bleeker 1854) termasuk ke dalam kelompok *cyprinid* air tawar penting di wilayah perairan Indonesia dan Malaysia. Ikan ini hidup di perairan dengan beberapa karakteristik khusus seperti sedimen berupa pasir dan kerikil, tingkat kecerahan tinggi, kadar kekeruhan rendah dengan kecepatan arus sedang hingga tinggi (Haryono & Subagja 2008). Populasi ikan keureling saat ini sedang mengalami penurunan yang cukup drastis akibat tangkap lebih, kerusakan hutan, kegiatan antropogenik, fluktuasi debit air, dan alih fungsi lahan (Sikder *et al.* 2012, Ali *et al.* 2014). Ikan keureling juga telah terdaftar sebagai biota yang ter-

ancam punah sehingga berada dalam daftar merah *International Union for Conservation of Nature* (IUCN 1990).

Mayoritas penelitian ikan keureling masih mengarah pada upaya konservasi dan domestikasi (Haryono 2006). Tahapan domestikasi ikan ini telah dilakukan sejak tahun 1996 yang meliputi pengumpulan spesimen hidup, pembenihan, evaluasi pertumbuhan, karakterisasi genetik dan morfometrik. Sejauh ini informasi morfologi tulang rangka ikan keureling yang sudah pernah dilaporkan meliputi tulang rangka umum dan tulang belakang (Akmal *et al.* 2018; Zulfahmi *et al.* 2018), sedangkan informasi morfologi rangka anggota gerak masih belum dikaji secara utuh. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis morfologi tulang anggota gerak (*ossa appendicularis*) ikan keureling (*Tor tambroides* Bleeker, 1854) melalui pendekatan komparasi osteologi baik yang berasal dari famili yang sama maupun berbeda.

### Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Februari sampai dengan Mei 2018. Tahapan penelitian meliputi preparasi sampel, pembuatan preparat tulang anggota gerak dan identifikasi terminologi tulang anggota gerak. Tahapan pembuatan preparat tulang anggota gerak, dilakukan di Laboratorium Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Almuslim Kabupaten Bireuen, sedangkan identifikasi terminologinya dilakukan di Laboratorium Terpadu Biologi, Program studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Contoh ikan keureling yang digunakan pada penelitian ini berasal dari hasil tangkapan nelayan di wilayah sungai Tangse Kabupaten Pidie, Provinsi Aceh. Jumlah ikan yang berhasil dikoleksi sebanyak satu ekor dalam keadaan mati

segar untuk selanjutnya diangkut ke laboratorium. Contoh ikan memiliki bobot 5 kg dengan panjang total 65 cm.

### Pembuatan preparat tulang anggota gerak ikan keureling

Pembuatan preparat tulang anggota gerak dilakukan secara fisik dan kimiawi. Tahapan fisik diawali dengan pemisahan sirip dengan otot-otot yang melekat dengan menggunakan alat bedah minor. Sirip dada yang terletak di bagian posterior *ossa cranium* dibersihkan dan dipisahkan menggunakan scalpel dan pinset untuk kemudian dilakukan pemisahan otot-otot yang berada di daerah abdominal sehingga sirip dada dapat diangkat. Sirip perut dipisahkan dari otot-otot abdominal yang teletak pada bagian anterior dari anus.

Pemisahan sirip punggung yang terletak pada bagian dorsal tubuh ikan dilakukan secara hati-hati terutama pada bagian *pterygiophorus* yang bertautan langsung dengan *spina neuralis* dari *ossa vertebrae abdominalis*. Sirip anal yang terletak di bagian posterior anus dibersihkan dari otot yang melekat. Selanjutnya secara hati-hati dilepaskan bagian *pterygiophorus* yang bertautan dengan *spina haemalis* dari *ossa vertebrae caudalis*. Sirip ekor yang terletak di bagian posterior dari centrum terakhir dari *ossa vertebrae caudalis* dipisahkan dengan otot yang melekat untuk selanjutnya dibersihkan.

Sirip ikan yang telah terpisah selanjutnya direndam dengan air panas dengan suhu 80- 90°C hingga otot dan jaringan ikat melepuh dan berwarna putih matang. Perendaman air panas dilakukan secara perlahan agar tulang tidak rapuh. Otot ikan yang masih tersisa dibersihkan dengan menggunakan sikat halus.

Tahapan kimiawi diawali dengan merendam sirip ke dalam formalin 10% selama tujuh

hari. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi perbusukan pada tulang-tulang rawan. Selanjutnya dilakukan perendaman dalam larutan etanol 100% selama 24 jam guna menghilangkan air dan sisa lemak yang melekat pada tulang (Taylor & Van Dyke 1985). Preparat tulang anggota gerak hasil pengawetan dijemur di bawah sinar matahari selama tujuh hari. Setelah melewati proses penjemuran, tulang anggota gerak akan berwarna putih dan kaku. Pembersihan preparat tulang anggota gerak dilakukan menggunakan sikat dengan bulu halus untuk kemudian dilapisi dengan cat *spray pilox clear transparan* dan dijemur kembali selama tiga hari. Apabila ada potongan tulang anggota gerak yang terlepas, ditempel dengan menggunakan perekat pada sendi asalnya. Preparat sirip dimasukkan ke dalam wadah, diikat dan direkat agar tidak lepas.

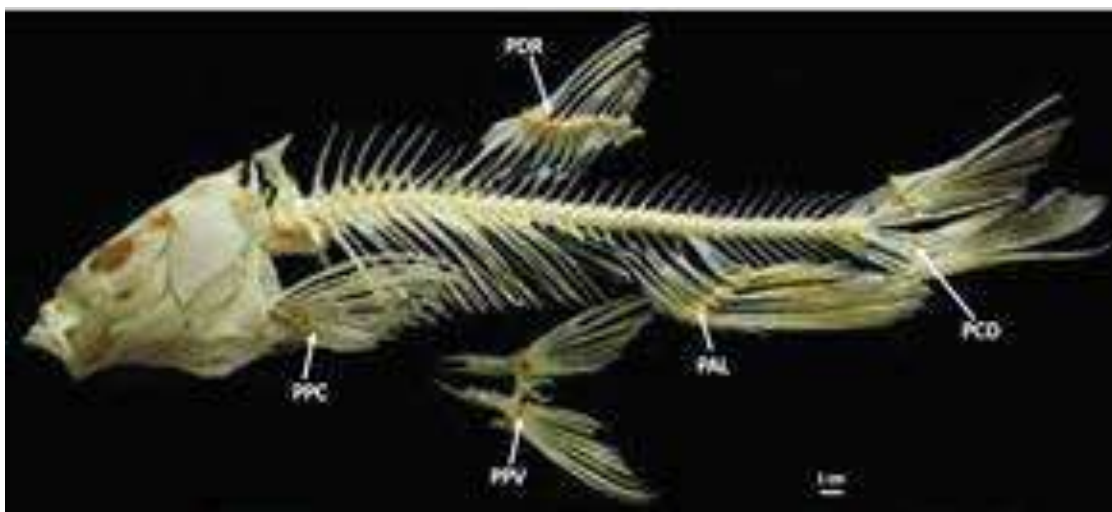
#### Identifikasi terminologi anggota gerak

Tulang anggota gerak yang telah bersih dirangkai menjadi satu kesatuan untuk dianalisis setiap bagian-bagiannya. Pemotretan setiap bagian tulang anggota gerak dilakukan dengan menggunakan kamera *Canon EOS 700D*. Gambar

yang diperoleh diolah dengan menggunakan *Adobe Photoshop CS3*. Penamaan setiap bagian tulang anggota gerak dilakukan dengan cara membandingkan kemiripan bentuk dan letak dari setiap bagian tulang anggota gerak ikan yang telah diteliti sebelumnya oleh Lepiksaar (1994), Hilton dan Stevenson (2013), Jalili *et al* (2015a), Jalili *et al* (2015b), dan Nasri *et al*. (2016). Semua hasil pengamatan dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk gambar.

#### Hasil

Tulang anggota gerak (*ossa appendicularis*) ikan keureling terdiri atas sepasang sirip dada (*pinna pectoralis*), sepasang sirip perut (*pinna pelvis*), sirip punggung (*pinna dorsalis*), sirip anal (*pinna analis*) dan sirip ekor (*pinna caudalis*). Sirip dada terletak pada bagian posterior dari *ossa operculum* dengan posisi latero-ventral dari tulang belakang (*ossa vertebrae*). Sirip punggung terletak pada bagian dorsal, sedangkan sirip perut dan sirip anal terletak pada bagian ventral. Sirip ekor terletak pada bagian posterior dari tulang belakang (*ossa vertebrae*) (Gambar 1).

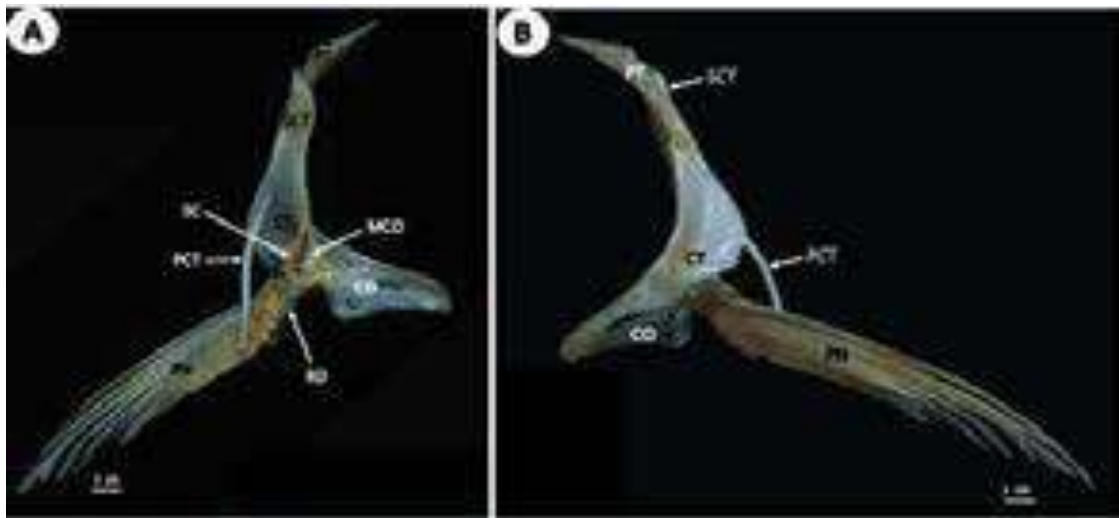


Gambar 1. Tulang anggota gerak (*ossa appendicularis*) ikan keureling tampak lateral.  
Keterangan: *Pinna pectoralis* (PPC); *Pinna pelvis* (PPV); *Pinna dorsalis* (PDR); *Pinna analis* (PAL); dan *Pinna caudalis* (PCD). Skala bar: 1 cm

### Sirip dada

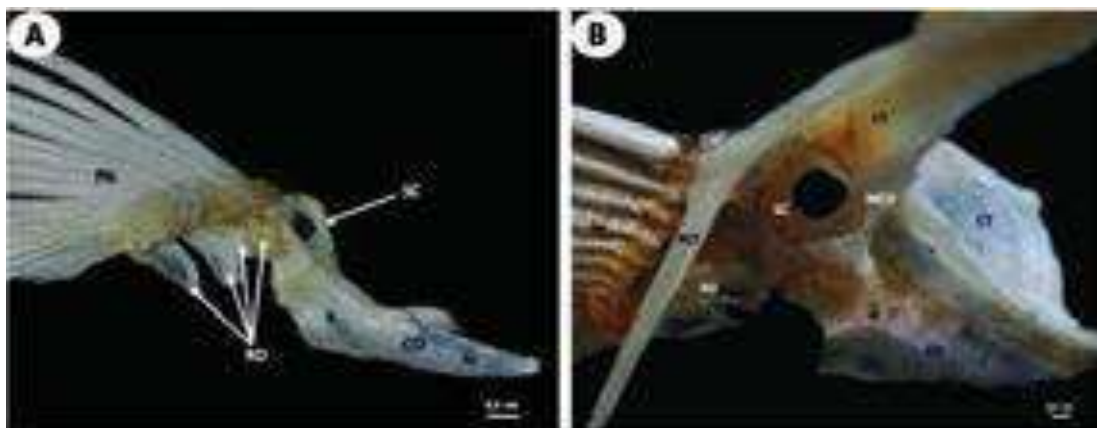
Sirip dada (*pinna pectoralis*) ikan keureling tersusun dari *os cleithrum*, *os supracleithrum*, *os coracoid*, *os mesocoracoid*, *os scapula*, *os posttemporal*, *os supratemporal*, *os radiale* dan *pinnae* (Gambar 2A). Sirip ini terletak pada daerah posterior dari *operculum* dan menempel langsung dengan *os posttemporalis*. Pada bagian ventral, sirip dada menempel dengan *os cranium* melalui *ligamentum intercalaris*.

*Os cliethrum* merupakan bagian dari sirip dada dengan ukuran terbesar serta memiliki bentuk menyerupai huruf J (Gambar 2B). Bagian lekuk ventralnya lebih lebar daripada bagian anterior. Tulang ini berfungsi sebagai area menempelnya *os coracoid*, *os scapula* serta otot pada sirip dada. *Os supracleithrum* merupakan bagian dari *os cliethrum* yang berhimpitan dengan bagian dorsal *os epiotik* dari *os cranium*.



Gambar 2. Morfologi sirip dada ikan keureling tampak medial (A) dan tampak lateral (B).

Keterangan: *Os coracoid* (CO); *Os mesocoracoid* (MCO); *Os radiale* (RD); *Os scapula* (SC); *Pinnae* (PN); *Os posttemporalis* (PT); *Os postcleithrum* (PCT); *Os supracleithrum* (SCT); *Os cleithrum* (CT). Skala bar: 1 cm



Gambar 3. Morfologi sirip dada ikan keureling tampak dorsal (A dan B)

Keterangan: *Os coracoid* (CO); *Os mesocoracoid* (MCO); *Os radiale* (RD); *Os scapula* (SC); *Pinnae* (PN); *Os postcleithrum* (PCT); *Os cleithrum* (CT). Skala bar: 0,5 cm

*Os coracoid* dan *os mesocoracoid* terletak menempel pada bagian ventral dari *os cleithrum*. *Os coracoid* merupakan tulang sejati yang memiliki bentuk menyerupai segitiga dengan ujung yang runcing (Gambar 3A). Pada bagian posterior, tulang ini berhubungan langsung dengan *os mesocoracoid*. Terdapat lubang (*foramen scapularis*) pada bagian lateral dari *os coracoid*.

*Os scapula* terletak mengelilingi *foramen scapularis* serta terhubung dengan *pinnae* pertama (terletak paling atas). *Os radiale* adalah tulang yang menghubungkan *os scapula* dengan *pinnae* (Gambar 3B). Sirip dada ikan keureling memiliki empat *os radiale* dimana *os radiale* pertama memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan *os radiale* berikutnya. *Os radiale* pertama berfungsi sebagai penopang jari – jari sirip dada. Jari – jari sirip dada (*pinnae*) ikan keureling berjumlah 16 cabang. Jari sirip pertama memiliki ukuran lebih panjang dengan bentuk lebih melengkung dibandingkan jari sirip lainnya.

#### Sirip perut

Sirip perut (*pinna pelvis*) terletak di antara

ujung *os costae* 7 dan 8 di daerah ventral dari perut (abdominalis). Sirip ini tersusun dari sepasang *os basipterygium* yang berfungsi mendukung otot-otot abdominalis. Pada bagian anterior, *os basipterygium* berhubungan dengan *os pterygium*, sedangkan pada bagian posterior berhubungan dengan *os radiale* (Gambar 4). *Os basipterygium* tidak melekat langsung dengan *ossa axial vertebrae* pada bagian abdominalis.

Pada bagian anterior dari *os basipterygium* terdapat celah yang bagian dasarnya berbentuk seperti lengkungan. *Os pterygium lateralis* mempunyai jumlah sepasang dengan bentuk meruncing dan terletak di sisi lateral dari *os basipterygium*. Pada bagian posterior dari *os basipterygium* terdapat sepasang *os metapterygium* dan *processus posterior*. *Os radiale* pada sirip perut tersusun dari tiga tulang yang berukuran kecil yang terletak pada bagian posterior dari *os basipterygium* dan berfungsi sebagai penopang sembilan jari-jari sirip perut (*pinnae*). Jari sirip perut pertama ikan keureling memiliki ukuran yang lebih panjang dan lebih melengkung dibandingkan dengan jari-jari sirip perut berikutnya.



Gambar 4. Morfologi sirip perut ikan Keureling yang tampak ventral.

Keterangan: *Processus posterior* (POP); *Os metapterygium* (MT); *Os basipterygium* (BP); *Os pterygium lateralis* (PL); *Os radiale* (RD); *Pinnae* (PN). Skala bar: 0,5 cm

### Sirip punggung

Sirip punggung (*pinna dorsalis*) ikan keureling terletak di antara *spina neuralis* 10 dan 11 dari *ossa vertebrae abdominalis*. Sirip punggung tersusun dari sepuluh jari-jari sirip (*pinnae*), sembilan *os supraneuralis*, *stay* dan sepuluh *os pterygiophorus* (Gambar 5). *Os pterygiophorus* terbagi atas tiga bagian utama yaitu *os pterygiophorus proximalis*, *os pterygiophorus medialis* dan *os pterygiophorus distalis*.

*Os pterygiophorus proximalis* pertama memiliki ukuran terbesar dan berfungsi menopang jari – jari sirip punggung. Bagian ventral dari *os pterygiophorus proximalis* melekat langsung (berhimpitan) dengan *ossa vertebrae abdominalis* pada bagian *spina neuralis*. *Os pterygiophorus medialis* ikan keureling berjumlah delapan tulang dan terletak diantara *os pterygiophorus proximalis* dan *os pterygiophorus distalis*. Tulang-tulang ini memiliki ukuran yang lebih kecil daripada *os pterygiophorus proximalis* dan

lebih panjang daripada *os pterygiophorus distalis*. *Os pterygiophorus distalis* terletak pada bagian posterior dari *os pterygiophorus* dan memiliki ukuran yang lebih lebar dibandingkan *os pterygiophorus* lainnya.

*Stay* merupakan tulang kecil berbentuk meruncing yang terletak pada bagian posterior dari *os pterygiophorus* serta tidak berhubungan langsung dengan jari – jari sirip punggung. Tulang ini memiliki ukuran terkecil dibandingkan dengan tulang penyusun sirip punggung lainnya. Sembilan *os supraneuralis* terletak pada bagian ventral dari jari – jari sirip punggung dan melekat kuat dengan *os pterygiophorus*. *Os supraneuralis* pertama memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan *os supraneuralis* lainnya. Jari sirip punggung pertama ikan keureling memiliki ukuran yang lebih panjang dan bentuk yang lebih bulat dibandingkan dengan jari- jari sirip punggung lainnya.



Gambar 5. Morfologi sirip punggung ikan keureling tampak lateral

Keterangan: *Os pterygiophorus medialis* (PTM); *Os pterygiophorus proximalis* (PTP); *Os pterygiophorus distalis* (PTD); *Os supraneuralis* (SR); *Pinnae* (PN); *Stay* (ST). Skala bar: 0,5 cm.

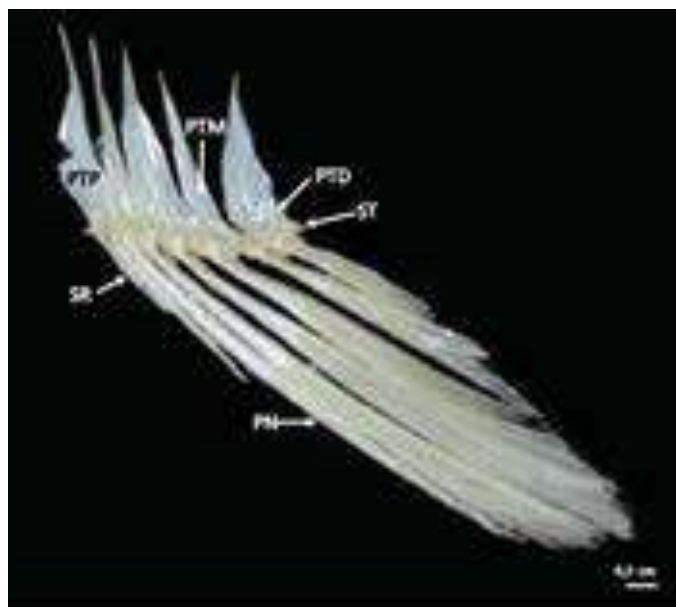
### Sirip anal

Sirip anal (*pinna analis*) ikan keureling terletak pada centrum ke 25 dan 26 dari *ossa vertebrae caudalis*. Sirip ini tersusun dari lima *os pterygiophorus*, sembilan jari-jari sirip (*pinnae*), delapan *os supraneuralis* dan *stay* (Gambar 6). Sama seperti sirip punggung, *os pterygiophorus* sirip anal terdiri atas tiga bagian yaitu *os pterygiophorus proximalis*, *os pterygiophorus medialis* dan *os pterygiophorus distalis*.

*Os pterygiophorus proximalis* pertama memiliki ukuran terpanjang dan berfungsi mendukung jari – jari sirip anal. Bagian dorsal dari *os pterygiophorus proximalis* melekat langsung (berhimpitan) dengan *ossa vertebrae caudalis* lebih tepatnya pada bagian *spina haemalis*. *Os pterygiophorus medialis* sirip anal ikan keureling berjumlah tiga tulang di mana *os pterygiophorus medialis* kedua memiliki ukuran yang lebih besar

dan lebar dibandingkan dengan *os pterygiophorus medialis* lainnya. *Os pterygiophorus distalis* sirip anal terletak pada bagian posterior dari *os pterygiophorus* dan memiliki ukuran yang lebih lebar dibandingkan *os pterygiophorus* lainnya.

*Stay* sirip anal terletak pada bagian posterior dari *os pterygiophorus* serta memiliki ukuran terkecil dibandingkan dengan tulang penyusun sirip anal lainnya. Delapan *os supraneuralis* terletak pada bagian dorsal dari jari – jari sirip dan melekat kuat dengan *os pterygiophorus*. *Os supraneuralis* pertama memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan *os supraneuralis* lainnya. Jari sirip anal pertama dan kedua ikan keureling mengalami rudimenter (tidak berkembang). Jari sirip anal kelima memiliki ukuran terpanjang dan terlebar, sedangkan jari sirip anal kesembilan memiliki ukuran yang terpendek.



Gambar 6. Morfologi sirip anal ikan keureling.

Keterangan: *Os pterygiophorus medialis* (PTM); *Os pterygiophorus proximalis* (PTP), *Os pterygiophorus distalis* (PTD), *Os supraneuralis* (SR), *Pinnae* (PN). Skala bar: 0,5 cm

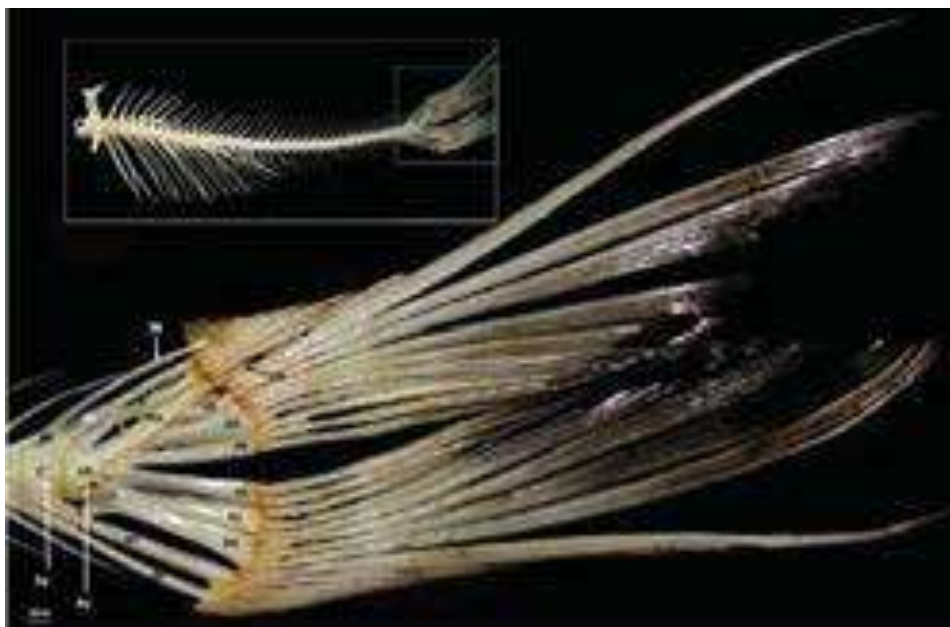
### Sirip ekor

Sirip ekor (*pinna caudalis*) ikan keureling merupakan bagian dari *ossa urostylus* yang tersusun dari 31 jari – jari sirip ekor (*pinnae*), enam *os hypural*, *os parhypural*, *os pleurostylus*, *os epural*, *os uroneuralis* dan *os preural* (Gambar 7). *Os hypural* membagi sirip ekor menjadi dua bagian yaitu bagian ventral dan bagian dorsal. Bagian ventral tersusun dari *os hypural* pertama dan ke dua, sedangkan bagian dorsal tersusun dari *os hypural* ketiga hingga keenam. *Os hypural* keempat memiliki ukuran yang terbesar, sedangkan *os hypural* keenam memiliki ukuran terkecil. *Os hypural* pertama terletak menempel pada *os parhypural*, *os hypural* kedua terletak menempel pada *ossa urostylus*, sedangkan *os hypural* ketiga hingga keenam terletak menempel pada *os pleurostylus*.

*Os parhypural* terletak berhimpitan dengan bagian ventral dari *os hypural* pertama. Tulang ini memiliki ukuran terbesar jika dibandingkan dengan tulang – tulang penyusun sirip ekor

yang berada pada bagian ventral. *Os pleurostylus* menyatu kokoh dengan *ossa urostylus* dan terletak mengarah miring ke dorso-posterior. *Os uroneuralis* terletak pada bagian posterior dari *os pleurostylus* diapit oleh jari-jari sirip ekor ke 26 dan ke 27.

Bagian anterior dari *os epural* menempel dengan *ossa urostylus*, sedangkan bagian ventralnya menempel dengan bagian *os pleurostylus*. Bagian posterior tulang ini berfungsi sebagai penyangkang jari-jari sirip ekor. *Os preural* terletak berhimpitan dengan bagian ventral dari *ossa urostylus*. Terdapat faramen pada bagian dorsal dari *os preural* yang dilengkapi dengan adanya lekukan kearah transversal. Jari – jari sirip ekor ikan keureling memiliki bentuk semilunaris dengan ukuran jari -jari sirip terpanjang terdapat pada ujung bagian dorsal dan ventral. Sebanyak 14 jari-jari sirip ekor melekat pada *os hypural*, tujuh pada *spina haemalis*, empat pada *os parhypural*, tiga pada *spina neuralis*, dua pada *os epural* dan satu pada *os pleurostylus*.



Gambar 7. Morfologi sirip ekor ikan keureling tampak lateral

Keterangan: *arcus neuralis* (AN); *Centrum* (C); *Os epural* (E); *Os hypural* (H); *Os parhypural* (PH); *Os pleurostylus* (PLS); *Os preural urostylus* (PU); *spina haemalis* (SH); *spina neuralis* (SN); *Os uroneuralis* (UN); *Ossa urostylus* (US). Skala bar: 0,5 cm

## Pembahasan

Sirip merupakan alat gerak utama pada ikan dalam melakukan manuver di dalam air. Selain itu, sirip dari sumbu aksial ikan juga dapat digunakan sebagai sumber data untuk identifikasi, gambaran tingkah laku serta perkembangan evolusi pembentukan anggota gerak dan sistem lokomotor pada ikan (Drucker dan Lauder 2001, Tanaka *et al.* 2002, Yamanoue *et al.* 2010). Ikan keureling memiliki dua sirip berpasangan (sirip dada & sirip perut) dan tiga sirip tunggal (sirip punggung, sirip anal dan sirip ekor). Komposisi sirip ikan keureling relatif sama dengan beberapa ikan dari famili Cyprinidae lainnya, seperti *Alburnus amirkabiri* (Jalili *et al.* 2015a), *Barbus cyri* (Jalili *et al.* 2015b), dan *Ischikauia steenackeri* (Takeuchi & Hosoya 2011).

Ikan keureling memiliki komposisi sirip yang berbeda jika dibandingkan dengan ikan dari famili lainnya. Ikan famili Cichlidae (seperti ikan *Amphilophus citrinellus* dan *Oreochromis lorenzoi*) memiliki sirip dada yang terletak sejajar dengan sirip perut, sedangkan sirip dorsalnya memiliki jumlah jari-jari sirip yang lebih banyak dan terletak di sepanjang tubuh bagian dorsal (Carnevale *et al.* 2003 & Klingenberg *et al.* 2003). Selain itu, ikan famili Osphronemidae, Zaproridae, dan Tetraodontidae cenderung tidak memiliki sirip perut (Hilton & Stevenson 2013, Yamanoue *et al.* 2010, Al-Janabi 2017). Menurut Aguilar-Medrano *et al.* (2013), komposisi sirip suatu jenis ikan merupakan hasil dari evolusi yang terjadi dalam rangka proses adaptasi terhadap perubahan lingkungan hidupnya.

Tulang penyusun sirip dada ikan keureling memiliki komposisi yang relatif sama dengan beberapa ikan dari famili Cyprinidae lainnya seperti ikan *Alburnus amirkabiri*, namun terdapat perbedaan jika dibandingkan dengan *Barbus cyri* dan *Barbus lacerta* (Jalili *et al.* 2015a). Os

*cleithrum* pada *Barbus cyri* cenderung kurang berkembang jika dibandingkan dengan os *cleithrum* ikan keureling (Jalili *et al.* 2015b), sedangkan pada ikan *Barbus lacerta*, os *cleithrum* mengalami perkembangan berupa benjolan di bagian posterior (Nikmehr *et al.* 2016). Dibandingkan dengan famili ikan lainnya, os *cleithrum* pada ikan *Alestes stuhlmannii* dari famili Alestidae memiliki bentuk lebih besar dengan sudut yang jelas serta dilengkapi dengan tiga os *postcleithrum* (Murray 2004). Os *supracleithrum* pada ikan keureling relatif sama dengan ikan famili Cyprinidae, yaitu terletak di bagian dorsal dari epiotik dan bagian ventral dari os *cleithrum*. Beberapa ikan dari famili Alestidae seperti ikan *Alestes stuhlmannii* memiliki ukuran os *supracleithrum* yang lebih panjang dibandingkan ikan keureling (Murray 2004).

Jumlah os *radiale* ikan keureling relatif sama dengan ikan dari famili Cyprinidae lainnya seperti pada *Barbus cyri* & *Barbus lacerta* (Jalili *et al.* 2015b, Nikmehr *et al.* 2016). Ikan *Alestes stuhlmannii* dari famili Alestidae memiliki bentuk os *radiale* yang lebih panjang, lebih ramping dengan jumlah lebih banyak dibandingkan ikan keureling (Murray 2004). Jumlah jari-jari sirip dada ikan keureling lebih banyak dibandingkan dengan beberapa ikan dari famili Cyprinidae. Ikan *Alburnus amirkabiri* memiliki berjumlah 12 jari-jari sirip dada, sedangkan ikan *Cyprinion kais* dan *Cyprinion macrostomum* berjumlah 10 – 15 jari-jari sirip dada (Nasri *et al.* 2013; Jalili *et al.* 2015a). Ikan *Oreochromis lorenzoi* dari famili Cichlidae memiliki 14 jari-jari sirip dada (Carnevale *et al.* 2003), sedangkan ikan *Alestes stuhlmannii* dari famili Alestidae memiliki 13 – 17 jari-jari sirip dada (Murray 2004).

Tulang penyusun sirip perut ikan keureling relatif sama dengan ikan famili Cyprinidae lainnya, walaupun demikian Os *basipterygium*

ikan keureling memiliki ukuran lebih besar dibandingkan pada ikan *Alburnus amirkabiri* (Jalili et al. 2015a). Dibandingkan dengan famili lainnya, *os basipterygium* pada ikan *Alestes stuhlmannii* dari famili Alestidae memiliki bentuk lebih bulat dengan sudut tumpul pada bagian anterior serta tidak terdapat celah berbentuk leng-kungan seperti halnya pada ikan keureling (Murray 2004). Menurut Britz & Conway (2009), ukuran *os basipterygium* pada genus *Paedocypris* dapat digunakan untuk membedakan ikan betina dan ikan jantan. Ikan jantan memiliki ukuran *os basipterygium* yang lebih besar.

*Os radiale* sirip perut ikan keureling memiliki bentuk relatif sama dengan ikan *Barbus cyri* dari famili Cyprinidae dimana tersusun dari tiga tulang berukuran kecil yang terletak pada bagian posterior dari *os basipterygium* dan berfungsi sebagai penopang jari-jari sirip perut (Jalili et al. 2015b). Pada ikan *Oxynoemacheilus kiabii* famili Nemacheilidae, *os radiale* cenderung berbentuk lebih bulat (Mafakheri et al. 2014). Ikan keureling memiliki jari-jari sirip perut yang lebih panjang dibandingkan dengan ikan *Oxynoemacheilus kiabii* dari famili Nemacheilidae dan ikan *Oreochromis lorenzoi* dari famili Cichlidae dimana masing-masing memiliki tujuh dan enam cabang jari-jari sirip perut (Carnevale et al. 2003, Mafakheri et al. 2014).

Sirip punggung (*pinna dorsalis*) ikan keureling terletak di antara *spina neuralis* ke 10 dan ke 11 dari *ossa vertebrae abdominalis*. *Os pterygiophorus* pertama memiliki ukuran terbesar dan berfungsi menopang jari-jari sirip punggung yang tidak bercabang (Jalili et al. 2015a). Jumlah *os pterygiophorus* sirip punggung ikan keureling identik dengan ikan *Cyprinion milesi* (Nasri et al. 2016). Walaupun berasal dari famili yang sama, ikan *Cyprinion kais* dan *Cyprinion macro-*

*stomum* yang memiliki jumlah *os pterygiophorus* yang lebih banyak (Nasri et al. 2013).

Ikan keureling memiliki jumlah *os pterygiophorus* sirip punggung yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan ikan *Oreochromis lorenzoi* dari famili Cichlidae yang memiliki 26 tulang (Carnevale et al. 2003). Sirip punggung ikan keureling tersusun dari 10 jari – jari sirip. Jumlah jari-jari sirip punggung ikan keureling lebih banyak dibandingkan dengan beberapa ikan dari famili Cyprinidae seperti Ikan *Alburnus amirkabiri* yang memiliki sembilan jari-jari sirip punggung (Jalili et al. 2015a).

Sirip anal ikan keureling terletak pada lokasi yang sama dengan ikan *Barbus cyri* dari famili Cyprinidae yaitu pada centrum ke 28 dari *ossa vertebrae caudalis* (Jalili et al. 2015b). Jumlah *os pterygiophorus* ikan keureling lebih sedikit jika dibandingkan dengan ikan *Cyprinion milesi* dari famili Cyprinidae dan ikan *Oreochromis lorenzoi* dari famili Cichlidae yaitu masing-masing sebanyak delapan dan 12 tulang (Carnevale et al. 2003 & Nasri et al. 2016). Jari-jari sirip anal ikan keureling memiliki jumlah yang lebih sedikit dibandingkan dengan beberapa ikan dari famili Cyprinidae seperti Ikan *Alburnus amirkabiri* yang memiliki 11 jari-jari sirip punggung (Jalili et al. 2015a).

Tulang penyusun sirip ekor ikan keureling relatif sama dengan beberapa ikan dari famili Cyprinidae lainnya seperti ikan *Ischikauia steenackeri*, *Alburnus amirkabiri*, *Cyprinion milesi* dan *Barbus cyri* (Takeuchi & Hosoya 2011, Jalili et al. 2015a, Jalili et al. 2015b, Nasri et al. 2016). Walaupun demikian ikan *Barbus cyri* memiliki ukuran *os hypural* yang lebih besar dibandingkan dengan *os parhypural*, berbanding terbalik dengan yang dimiliki oleh ikan keureling. Ikan keureling memiliki jumlah jari-jari sirip ekor yang lebih banyak dibandingkan

ikan *Petrocephalus simus* (famili Mormyridae) dan lebih rendah dari ikan *Oreochromis lorenzoi* (famili Cichlidae) (Hilton 2002, Carnevale *et al.* 2003).

Jari-jari sirip ekor ikan keureling terbagi ke dalam dua bagian yaitu jari-jari sirip ventral dan jari-jari sirip dorsal dengan sudut yang runcing. Menurut Lauder (2000) fungsi jari-jari sirip ekor bagian ventral lebih dinamis dibandingkan bagian dorsal. Bentuk sirip ekor yang runcing disertai jari-jari yang panjang pada ikan keureling menandakan bahwa ikan tersebut mampu berenang dalam kecepatan tinggi (Walker & Westneat 2002). Sirip ekor merupakan salah satu tulang yang memiliki variasi tinggi antarspesies dibandingkan tulang tulang penyusun anggota tubuh lainnya.

Secara umum, ikan keureling memiliki dua sirip berpasangan (sirip dada dan sirip perut) dan tiga sirip tunggal (sirip punggung, sirip anal dan sirip ekor). Sirip dada dan perut ikan keureling berfungsi menambah dorongan ke arah depan dan menjaga keseimbangan ketika ikan bergerak pada kecepatan tinggi dan rendah. Sirip ekor ikan keureling berfungsi sebagai sumber utama dorongan ke arah depan, sedangkan sirip punggung dan sirip anal berfungsi memelihara stabilitas, mempertahankan posisi tubuh, serta ikut menambah gaya dorong.

## Simpulan

Tulang anggota gerak (*ossa appendicularis*) ikan keureling terdiri atas sepasang sirip dada (*pinna pectoralis*), sepasang sirip perut (*pinna pelvis*), sirip punggung (*pinna dorsalis*), sirip anal (*pinna analis*) dan sirip ekor (*pinna caudalis*). Karakteristik sirip ikan keureling relatif sama pada famili sejenis (Cyprinidae), namun terdapat perbedaan apabila dibandingkan dengan

ikan dari famili lainnya (Osphronemidae, Zaproridae, dan Tetraodontidae).

## Persantunan

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Dosen Pemula 2018 (SK No.0045/E3/LL/2018).

## Daftar pustaka

- Aguilar-Medrano R, Frederich B, Balart EF, de Luna E. 2013. Diversification of the pectoral fin shape in damselfishes (Perciformes, Pomacentridae) of the Eastern Pacific. *Zoomorphology*, 132(2): 197-213.
- Aiello BR, Hardy AR, Cherian C, Olsen AM, Ahn SE, Hale ME, Westneat MW. 2018. The relationship between pectoral fin ray stiffness and swimming behavior in Labridae: insights into design, performance and ecology. *Journal of Experimental Biology*, 221(1): jeb 163360
- Al-Janabi MIG. 2017. A Comparison between *Tilapia zilli* (Gervais, 1748) (Perciformes: Cichlidae) and common carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae) by Staining Bone Technique. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(6): 459-467.
- Akmal Y, Zulfahmi I, Saifuddin F. 2018. Karakteristik morfometrik dan skeleton ikan keureling (*Tor tambroides* Bleeker 1854). *Jurnal Ilmiah Samudra Akuatika*, 2(1): 35-44
- Ali S, Barat A, Kumar P, Sati J, Kumar R, Halder RS. 2014. Study of length- weight relationship and condition factor for the golden mahseer, *Tor puttiara* from Himalayan rivers from India. *Journal of Environmental Biology*, 35(1): 225-228.
- Aspinall V, Cappello M. 2015. *Introduction to Veterinary Anatomy and Physiology*. Elsevier Health Sciences. 252 p
- Britz R, Conway KW. 2009. Osteology of *Paedocypris*, a miniature and highly

- developmentally truncated fish (Teleostei: Ostariophysi: Cyprinidae). *Journal of Morphology*, 270(4): 389-412.
- Cardeira J, Valles R, Dionisio G, Estevez A, Gisbert E, Pousao-Ferreira P, Cancela ML, Gavaia PJ. 2012. Osteology of the axial and appendicular skeletons of the meagre *Argyrosomus regius* (Sciaenidae) and early skeletal development at two rearing facilities. *Journal of Applied Ichthyology*, 28(12): 464-470.
- Carnevale G, Sorbini C, Landini W. 2003. *Oreochromis lorenzoi*, a new species of tilapiine cichlid from the late Miocene of central Italy. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 23(3): 508-516.
- Desvignes T, Carey A, Postlethwait JH. 2018. Evolution of caudal fin ray development and caudal fin hypural diastema complex in spotted gar, teleosts, and other neopterygian fishes. *Developmental Dynamics*, 247(6): 832-853.
- Drucker EG, Lauder GV. 2000. A hydrodynamic analysis of fish swimming speed: wake structure and locomotor force in slow and fast labriform swimmers. *Journal of Experimental Biology*, 203(1): 2379-2393.
- Drucker EG, Lauder GV. 2001. Locomotor function of the dorsal fin in teleost fishes: experimental analysis of wake forces in sunfish. *Journal of Experimental Biology*, 204(17): 2943-2958.
- Flammang BE, Lauder GV. 2013. Pectoral fins aid in navigation of a complex environment by bluegill sunfish under sensory deprivation conditions. *Journal of Experimental Biology*, 216: 3084-3089.
- Flammang BE, Lauder GV. 2016. Functional morphology and hydrodynamics of backward swimming in bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*. *Zoology*, 119(5): 414-420.
- Haryono, Subagja J. 2008. Populasi dan habitat ikan tambra, *Tor tambroide* (Bleeker, 1854) di perairan kawasan Pegunungan Muller Kalimantan Tengah. *Biodiversitas*, 9(4): 306-309.
- Haryono. 2006. Aspek biologi ikan tambra (*Tor tambroides* Bleeker, 1854) yang eksotik dan langka sebagai dasar domestikasi. *Biodiversitas*, 7(2): 195-198.
- Hilton EJ, Stevenson DE. 2013. Osteology of the prowlfish, *Zaprora silenus* (Cottiformes: Zoarcoidei: Zaproridae). *Journal of morphology*, 274(10): 1143-1163.
- Hilton EJ. 2002. Comparative osteology and phylogenetic systematics of fossil and living bony-tongue fishes (Actinopterygii, Teleostei, Osteoglossomorpha). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 137(1): 1-100.
- Hilton EJ. 2011. Bony fish skeleton. In: Farrell A. P. (ed.) *Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment, volume 1*. Academic Press, San Diego. pp 434-448
- IUCN. 1990. *IUCN red list of threatened animal*. IUCN, Gland and Cambridge.
- Jalili P, Eagderi S, Nasri M, Mousavi-Sabet H. 2015a. Descriptive osteology study of *Alburnus amirkabiri* (Cypriniformes: Cyprinidae), a newly described species from namak lake basin, central of Iran. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*, 13(4): 51-62.
- Jalili P, Eagderi S, Nikmehr N, Keivany Y. 2015b. Descriptive osteology of *Barbus cyri* (Teleostei: Cyprinidae) from southern Caspian Sea basin. *Iranian Journal of Ichthyology*, 2(2): 105-112.
- Klingenberg CP, Barluenga M, Meyer A. 2003. Body shape variation in cichlid fishes of the *Amphilophus citrinellus* species complex. *Biological Journal of the Linnean Society*, 80(3): 397-408.
- Lauder G V. 2000. Function of the caudal fin during locomotion in fishes: Kinematics, flow visualization, and evolutionary patterns. *Integrative and Comparative Biology*, 40(1):101-122.
- Lauder GV, Madden PGA. 2007. Fish locomotion: kinematics and hydrodynamics of flexible foil-like fins. *Experiments in Fluids*, 43(5): 641-653.
- Lauder, GV, Madden PG, Mittal R, Dong H, Bozkurtas M. 2006. Locomotion with flexible propulsors: I. Experimental analysis of pectoral fin swimming in sunfish. *Bioinspiration & Biomimetics*, 1(4): S25-S34.
- Lepiksaar J. 1994. *Introduction to osteology of fishes for paleozoologists* (3rd edition). Göteborg. 96 p.

- Mafakheri P, Eagderi S, Farahmand H, Mousavi-Sabet H. 2014. Osteological structure of Kiabi loach, *Oxynoemacheilus kiabii* (Actinopterygii: Nemacheilidae). *Iranian Journal of Ichthyology*, 1(3): 197-205.
- Murray AM. 2004. Osteology and morphology of the characiform fish *Alestes stuhlmannii* (Alestidae) from the Rufiji River basin, East Africa. *Journal of Fish Biology*, 65(5): 1412-1430.
- Nasri M, Keivany Y, Dorafshan S. 2013. Comparative osteology of lotaks, *Cyprinion kais* and *C. macrostomum* (Cypriniformes, Cyprinidae), from Godarkhosh River, western Iran. *Journal of Ichthyology*, 53(6): 455-463.
- Nasri M, Eagderi S, Farahmand H. 2016. Descriptive and comparative osteology of Bighead Lotak, *Cyprinion milesi* (Cyprinidae: Cypriniformes) from southeastern Iran. *Vertebrate-Zoology*, 66(3): 251-260
- Ng HH & Rachmatika I. 2005. *Glyptothorax exodon*, A New Species of Rheophilic Catfish From Borneo (Teleostei: Sisoridae). *The Raffles Bulletin of Zoology*, 53(2): 251-255
- Nikmehr N, Eagderi S, Jalili P. 2016. Osteological description of *Barbus lacerta* Heckel, 1843 (Cyprinidae) from Tigris basin of Iran. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(4): 473-477.
- Ogino Y, Katoh H, Yamada G. 2004. Androgen dependent development of a modified anal fin, gonopodium, as a model to understand the mechanism of secondary sexual character expression in vertebrates. *Federation of European Biochemical Societies Letters*, 574: 119 – 126.
- Rojo AL. 1991. *Dictionary of Evolutionary Fish Osteology*. Boca Raton, Florida. CRC Press. 273p.
- Sikder MT, Yasuda M, Yustiawati, Syawal SM, Saito T, Tanaka S, dan Kurasaki M. 2012. Comparative assesment on water quality in the major rivers of Dhaka and West Java. *International Journal of Environmental Protection (IJEP)*, 2(4): 8-13.
- Standen EM, Lauder GV. 2007. Hydrodynamic function of dorsal and anal fins in brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Journal of Experimental Biology*, 210(1): 325-339
- Standen EM. 2008. Pelvic fin locomotor function in fishes: three-dimensional kinematics in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Experimental Biology*, 211: 2931-2942.
- Standen EM. 2011. *Buoyancy, Locomotion, and Movement in Fishes, Paired Fin Swimming*. Elsevier Inc, McGill University, Canada. 564 p.
- Susanto G N, Utari FR. 2016. Struktur Skeleton Sirip Kaudal Kompleks *Periophthalmus gracilis*. *Biogenesis*, 4(1): 29 – 33.
- Takeuchi H, Hosoya K. 2011. Osteology of *Ischikauia steenackeri* (Teleostei: Cypriniformes) with comments on its systematic position. *Ichthyological Research*, 58(1):10-18.
- Tanaka M, Münsterberg A, Anderson WG, Prescott AR, Hazon N, Tickle C. 2002. Fin development in a cartilaginous fish and the origin of vertebrate limb. *Nature*, 416(6880): 527-531.
- Taylor WR, Van Dyke CC. 1985. Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. *Cybiurn* 9(2): 107–119.
- Walker JA, Westneat MW. 2002. Performance limits of labriiform propulsion and correlates with fin shape and motion. *Journal of Experimental Biology*, 205: 177–187.
- Yamanoue Y, Setiamarga DHE, Matsuura K. 2010. Pelvic fins in teleosts: structure, function and evolution. *Journal of Fish Biology*, 77(6): 1173-1208.
- Zulfahmi I, Akmal Y, Batubara AS. 2018. Morfologi tulang belakang (ossa vertebrae) ikan keureling, *Tor tambroides* (Bleeker, 1854). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(2): 139-149.

## Morphoregression and length-weight relationship of Bali sardinella, *Sardinella lemuru* Bleeker 1853 in Bali Strait Waters

[Morforegresi dan hubungan panjang bobot ikan lemuru, *Sardinella lemuru* Bleeker 1853 di perairan Selat Bali]

Nyoman Dati Pertami<sup>1,2✉</sup>, M.F. Rahardjo<sup>3</sup>, Ario Damar<sup>3</sup>, I.W. Nurjaya<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Doctoral Programs, Bogor Agricultural University

<sup>2</sup>Faculty of Marine Sciences and Fishery Udayana University  
Campus Bukit Jimbaran Street Udayana University, Badung - Bali 80361

<sup>3</sup>Department of Aquatic Resources Management

<sup>4</sup>Department of Marine Technology  
Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Bogor Agricultural University  
Campus IPB Dramaga, Agatis street, Bogor 16680

Received: 22 August 2018; Accepted: 16 October 2018

### Abstract

Bali Sardinella, *Sardinella lemuru* Bleeker 1853, included in small pelagic groups which have an important economic value. The production of Bali Sardinella was the highest among the other small pelagic fish in Bali Strait waters. The morphoregression and length-weight relationship are important to be known to facilitate the conversion between a length measurement to another type of length measurement and the weight. The aims of this research were to reveal the relationship between total length (TL) and standard length (SL), total length and fork length (FL), fork length and standard length, and the length-weight. The research was held in Bali Strait waters from March 2017 – Mei 2018. The morphoregression was analyzed using simple linear regression, whereas the length-weight relationship using power regression. A total of 470 individuals of Bali sardinella were collected during the study period. The fish that analyzed have a length range 9.7 – 20.2 cm TL. The average length of Bali sardinella was 13.7 cm. The relationship between total length (TL) and standard length (SL); total length (TL) and fork length (FL); fork length (FL) and standard length (SL) for Bali sardinella respectively were  $TL = 1.1038SL + 0.9313$ ;  $TL = 1.0861FL + 0.2967$ ; and  $FL = 1.0068SL + 0.6936$ , respectively. The value of b which were generated from the length-weight relationship of Bali Sardinella was 3.22 with the growth patterns were positive allometric.

Keywords: Bali Strait, morphoregression, length-weight relationship, *Sardinella lemuru*

### Abstrak

Ikan lemuru, *Sardinella lemuru* Bleeker 1853, termasuk dalam kelompok ikan pelagis kecil yang bernilai ekonomis tinggi. Dibandingkan dengan jenis pelagis kecil lainnya, hasil tangkapan ikan lemuru lebih dominan di perairan Selat Bali. Persamaan morforegresi dan hubungan panjang bobot penting untuk diketahui sehingga mudah melakukan konversi dari satu jenis panjang ke jenis panjang lain dan bobotnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap hubungan antara panjang total (PT) dengan panjang baku (PB), panjang total dengan panjang cagak (PC), panjang cagak dengan panjang baku, serta hubungan panjang bobot ikan lemuru. Penelitian dilaksanakan di perairan Selat Bali kurun waktu Maret 2017 – Mei 2018. Morforegresi dianalisis menggunakan regresi linear sederhana, sedangkan hubungan panjang bobot dianalisis menggunakan regresi power. Ikan lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) yang dikumpulkan selama penelitian berjumlah 470 ekor. Ikan yang dianalisis memiliki kisaran panjang antara 9,7 – 20,2 cm PT. Panjang rata-rata ikan lemuru adalah 13,7 cm. Hubungan antara panjang total (PT) dan panjang baku (PB); panjang total (PT) dan panjang cagak (PC); panjang cagak (PC) dan panjang baku (PB) ikan lemuru secara berturut-turut adalah  $PT = 1,1038 PB + 0,9313$ ;  $PT = 1,0861 PC + 0,2967$ ; and  $PC = 1,0068 PB + 0,6936$ . Nilai b yang terbentuk pada hubungan panjang bobot ikan lemuru adalah 3,22 dengan pola pertumbuhan adalah allometrik positif.

Kata penting: hubungan panjang-bobot, morforegresi, ikan lemuru, Selat Bali

### Introduction

Fish is an important source of nutrients such as a protein, Omega-3 with vitamins and minerals. Due to the higher components made

fish as an alternative source of protein than other sources of meat (Sikoki & Otobotekere 1999, Mahrus *et al.* 2012). Marine fish is more abundant when compared with freshwater fish, which is relatively cheap in Indonesia. Clupeidae families are known as marine fish that contains a high

✉ Correspondence author  
E-mail address: [dati\\_pertami@yahoo.co.id](mailto:dati_pertami@yahoo.co.id)

amount of mineral and spread in the eastern Indian Ocean including Bali Strait. Clupeidae families in Bali strait waters include Bali Sardinella or lemuru fish (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) and goldstripe sardinella or tamban (*Sardinella gibbosa*) (Pertami *et al.* 2017). *Sardinella lemuru* is included in the group small pelagic fish. Small pelagic fish have an important ecological role in food webs and become the main food source in the sea (Pedrosa-Gerasmio *et al.* 2015).

Lemuru is an important economic fish in Bali Strait waters (Merta 1992). Lemuru fishing activity is increasing year by year. The excessive use of fish resources, especially lemuru in Bali Strait waters, will have an adverse impact on the ecosystem. Impacts that occur can cause changes in abundance, productivity, and community structure including catches, changes in species dominance, and size spectra. Currently, the productivity of lemuru is decreasing, even predicted to begin to disappear (Merta 1992, Tinungki 2005, Djamali 2007, Wujdi *et al.* 2012). Research related to *Sardinella lemuru* in Bali Strait waters (Merta, 1992, Tinungki 2005, Djamali 2007, Buchary 2010, Sartimbul *et al.* 2010, Purwaningsih *et al.* 2011, Simbolon *et al.* 2011, Purwaningsih 2015, Prasetyo & Purwoko, 2016) and other territorial (Gaughan & Mitchell 2000, Mahrus *et al.* 2012, Willette & Santos 2013, Luceño *et al.* 2014) have been widely carried out.

The study of the length-weight relationship in fishes by fishery management system has been mainly directed toward two objectives, namely, to provide basic information of average population in certain long groups (Beyer 1987) and examine the relative value of fish (Bolger & Connolly 1989). Statistical analysis is indispensable in analyzing and evaluating relationships between several types of fish. Morphoregression

equation and length-weight relationship are important to know so that it is easy to convert from one type of length to another type of length and weight. This study aims to reveal the relationship between total length (TL) and standard length (SL), total length and fork length (FL), fork length and standard length, and the length-weight of Bali sardinella (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853).

## Materials and method

The study was conducted from March 2017 - May 2018. Sampling was carried out 2 days in each month. Fish samples were obtained in the coastal of Bali Strait waters from Pengambengan (Jembrana Regency) in three locations with different characteristics of marine environment (Figure 1). The collection of Bali Sardinella (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) in the coast of Bali Strait waters was carried out using fishing boats in three fishing grounds. Fishermen in fishing activities use gillnet (mesh size 2-2.25 inches) and fishing rods. In addition, fish samples were also obtained by combing purse seine fisherman who landed caught fish in Pengambengan Fishing Port.

The measuring growth parameters such as total length (TL), standard length (SL), and fork length (FL), using a fish measuring board with an accuracy level of 0.1 cm. Fish weight is weighed using a scale with an accuracy of 0.1 g.

The calculation of length-weight relationship Bali Sardinella refers to the equation (Ricker 1970):

$$W = aL^b$$

Where: W = weight of fish (gram), L = total length of fish (mm), a and b = constants

Morphoregression analysis was performed using simple linear regression, while the length-weight relationship was analyzed using power regression. The t-test was conducted to test the

value of  $b$ . Effendie (2002) states that there were three possible values of  $b$  that appear in the calculation of the length-weight relationship of fish, namely  $b < 3$ ,  $b = 3$  and  $b > 3$ . The value of  $b < 3$  indicates that the weight was not faster than the length,  $b = 3$  means the length and weight of fish in a balanced condition, whereas the growth of fish length was slower than the weight gain the value was  $b > 3$ .

## Result

Total of samples collected during the re-search was 470 individuals (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) consists of 122 females, 162 males and 186 individuals were unsexed, were collected from Bali Strait. Total length of fish ranged 9.7-20.2 cm, whereas the average was 13.7 cm (Figure 2).



Figure 1. Sampling location of Bali *Sardinella* in the coast of Bali Strait waters (1, 2, 3 are fish sampling areas). Source: Pertami *et al.* 2017.

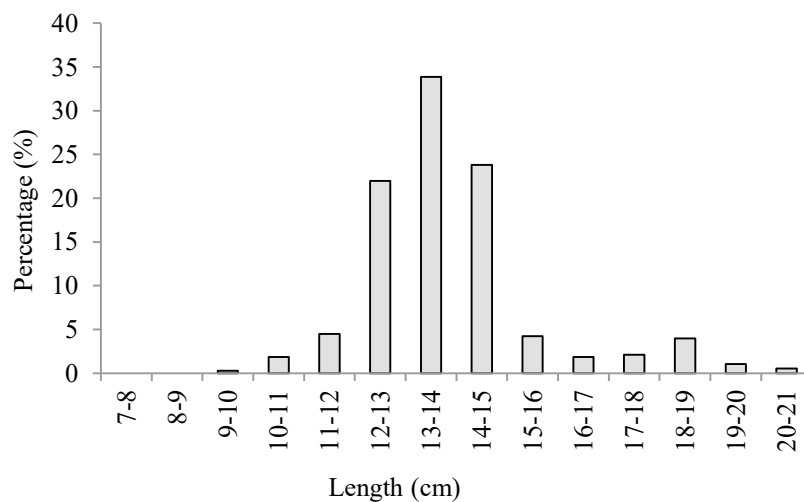


Figure 2. Length range of Bali *Sardinella* in Bali Strait Waters (N = 470).

According to the samples, the body size of Bali sardinella caught during the research was diverse. According Merta (1992), there are four groups of Bali sardinella, namely sempenit (size < 11 cm); protolan (sizes range from 11-15 cm); lemuru (size 15-18 cm), and lemuru kucing (size > 18 cm). Based on research, the dominant group caught was “protolan” of 382 individuals. The second dominant group was “lemuru” of 56 individuals, followed by “lemuru kucing” of 21 individuals and “sempenit” of 11 individuals. The size composition of Bali Sardinella groups in the Bali Strait waters is shown in Table 1.

Weight and length of Bali Sardinella have a strong relationship. This can be seen from the correlation coefficient ( $r$ ) of Bali Sardinella that

is close to 1 (Figure 3). After t-test was carried out on the b-value of length-weight relationship, it was found that Bali Sardinella growth pattern was a positive allometric (Fig. 3). Length-weight equation Bali Sardinella generated in this research was  $W = 0.0046L^{3.2205}$ .

Based on figure 4, the correlation value of total length and standard length Bali sardinella in Bali Strait waters was positive. By each standard length increased, also accompanied by a total length increase. Based on determination coefficient value ( $R^2$ ), it is known that standard length can be used to estimate the total length. The relationship between TL and SL for Bali sardinella was  $TL = 1.1038 SL + 0.9313$ .

Table 1. Composition of Bali sardinella size groups in the Bali Strait Waters

| Fish size group         | amount |
|-------------------------|--------|
| Sempenit (< 11 cm)      | 11     |
| Protolan (11 – 15 cm)   | 382    |
| Lemuru (15 – 18 cm)     | 56     |
| Lemuru kucing (> 18 cm) | 21     |
| Total                   | 470    |

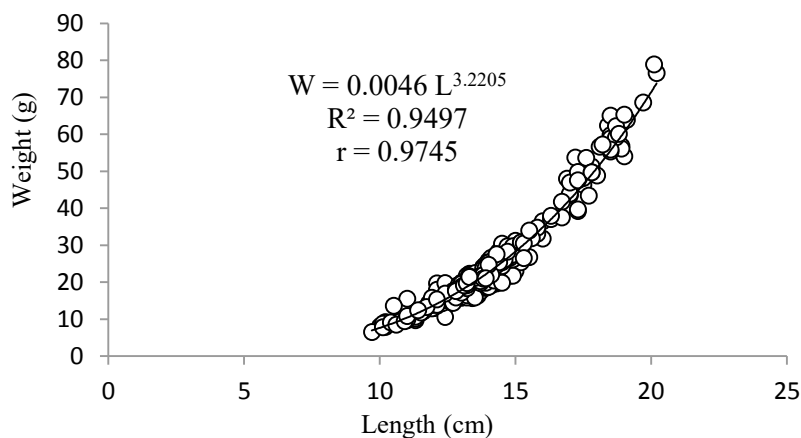


Figure 3. Length-Weight Relationship of Bali Sardinella in Bali Strait waters (N = 470)

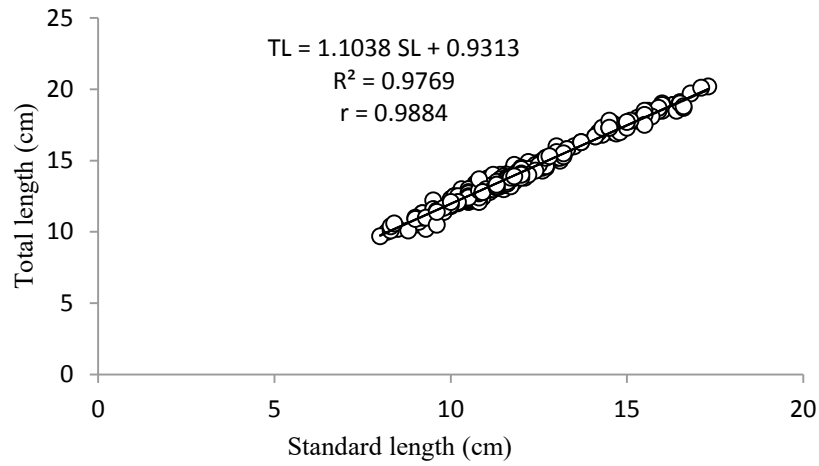


Figure 4. Relationship of standard length and total length of Bali sardinella in Bali Strait waters (N = 470)

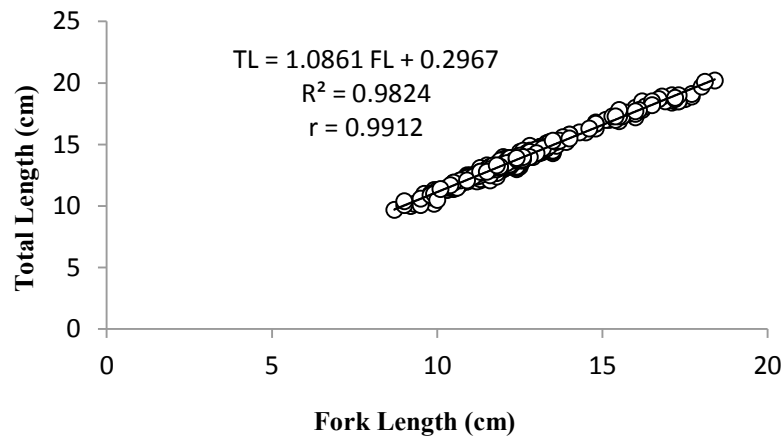


Figure 5. Relationship of fork length (FL) and total length (TL) Bali sardinella in Bali Strait waters (N = 470)

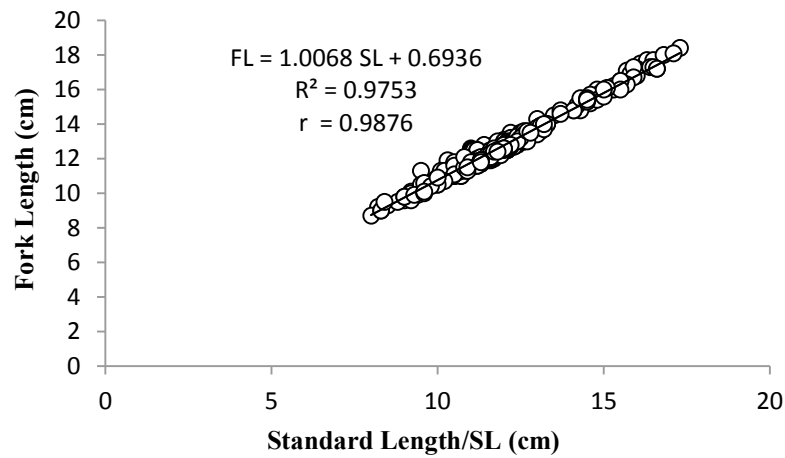


Figure 6. Relationship of standard length (SL) and fork length (FL) of Bali sardinella in Bali Strait waters (N = 470)

Fork length (FL) can be used to estimate the total length (TL) of Bali sardinella, by the equation of  $TL = 1.0861SL + 0.2967$  (Figure 5). The relationship between standard length (SL) and total length (TL) has a high correlation value ( $r = 1$ ). Similarly, the correlation values of fork length (FL) and total length (TL) relationship was high.

Standard length, in addition to being used to estimate the total length, also can be used to predict fork length (fig. 6). This known from the coefficient of determination ( $R^2$ ) and the correlation coefficient ( $r$ ) which is formed from the regression equation between standard length and fork length for the type of fish observed. Relationship of standard length (SL) and fork length (FL) was  $FL = 1.0068SL + 0.6936$ .

## Discussion

The average length of Bali Sardinella (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) is 13.7 cm. The overall population of lemuru fish (*Sardinella lemuru* Blk.) in the east coast waters of Siberut Island has an average length of  $16.8 \pm 0.14$  cm with the smallest size of 12.0 cm and the largest size of 21.4 cm (Ginanjari 2006). Froese & Pauly (2018) stated that *Sardinella lemuru* has a maxi-

mum length of 23.0 cm (SL male), and mostly in 20 cm (SL).

Information on the length-length relationship of Bali sardinella is insufficient. Necessarily, it is important to have the information to render the result more reliable when making comparisons between studies which used different type of length measurement. This research is the first study which analyzed the length-length relationship for Bali sardinella. For another species of sardine group, *Sardinella aurita*, was held by Bayhan & Kara (2012). The correlation value ( $r$ ) for all of the length-length relationship approached 1, which means that the formula was reliable to be used for converting a type of length to the others. In the field, sometimes the tail was broken which inhibit to measure the total length. This formula could be used to overcome the technical things and also the length-length relationship is useful for comparing growth studies (Moutopoulos & Stergiou 2002).

In the length-weight relationship the values of  $b$  (slopes) ranged 2.4-3.5 (Effendie 2002). If  $b$ -value is outside of this range, it can be conclude that the fish form is not common or different from the fish form in general.

Table 2. Length-weight relationship among Clupeidae family (Asriyana 2015)

| Species                                 | b    | Growth pattern | Location                    | Reference |
|-----------------------------------------|------|----------------|-----------------------------|-----------|
| <i>Sardinella longiceps</i>             | 3.00 | isometric      | Sibolga Bay                 | 1         |
| <i>Sardinella brasiliensis</i> (larvae) | 2.67 | allometric     | Brazilian Continental Shelf | 2         |
| <i>Sardinella aurita</i>                | 3.07 | isometric      | Mediterrania                | 3         |
| <i>Harengula clupeola</i> (adult)       | 3.85 | allometric     | Grand Cull-de-Sac           | 4         |
| <i>Opisthonema oglinum</i> (juvenile)   | 3.34 | allometric     | Grand Cull-de-Sac           | 4         |
| <i>Sardinella fimbriata</i> (Male)      | 3.03 | isometric      | Kendari Bay                 | 5         |
| <i>Sardinella fimbriata</i> (Female)    | 3.04 | isometric      |                             |           |
| <i>Sardinella atricauda</i> (Male)      | 2.94 | allometric     | Kendari Bay                 | 5         |
| <i>Sardinella atricauda</i> (Female)    | 2.52 | allometric     |                             |           |
| <i>Sardinella atricauda</i> (Total)     | 2.90 | allometric     |                             |           |

1 Tampubolon *et al.* (2002), 2 Rossi-Wongtchowski *et al.* (2003), 3 Tsikliras *et al.* (2005), 4 Vaslet *et al.* (2008), 5 Asriyana *et al.* (2010)

The *b* value formed in the length-weight relationship of Bali *Sardinella* was 3.22, so the growth pattern is expressed as positive allometric. Merta (1992) said that the *b* value of Bali *Sardinella* in Bali Strait waters ranged from 2.5 – 3.5; and Mahrus (1995) concluded that the growth of lemuru fish (*S. longiceps*) in Alas Strait waters was positive allometric ( $b > 3$ ). Positive allometric means that weight gains faster than the increase in length. The regression results of the length-weight relationship of siro, *Sardinella articauda* male, female, and combined (male and female) from Kendari Bay waters in Southeast Sulawesi had a negative allometric growth pattern (Table 2), which means that the length growth of siro was faster than its weight (Asriyana 2015).

The length-weight relationship of fish can change through time so that these relationships have a relative nature. *b*-value is possible to change due to environmental factors, such as the condition of the aquatic environment and food availability (Nikolsky 1963, Ricker 1975, Poernomo *et al.* 2011, Himelda 2013). The fish growth is influenced by internal and external factors. Internal factors include heredity, gender, and age. These factors are difficult to control. External factors such as food availability, water temperature, parasites and diseases are the main factors that influence fish growth (Effendie 2002).

Studies related to the influenced external factors on the fish growth have been carried out. Pangkey (2011) states that lipids (essential fatty acids) are one of the important nutritional of components for the growth of aquaculture biota, especially in the maturation stage of gonads and larvae. Nutrient content of tilapia fish (*Oreochromis mossambicus*) in Lake University Ma-

kassar was higher than in Lake Mawang, but the mineral content was higher in tilapia from the lake Mawang (Syahril *et al.* 2016).

## Conclusion

Growth pattern of Bali *Sardinella* (*Sardinella Lemuru* Bleeker 1853) is a positive allometric. Weight and length Bali *Sardinella* have a strong relationship; with the *b* value.

The relationship between total length and standard length; fork length and total length; standard length and fork length of Bali *sardinella* were  $TL = 1.1038 SL + 0.9313$ ;  $TL = 1.0861SL + 0.2967$ ;  $FL = 1.0068SL + 0.6936$  respectively.

## References

- Asriyana. 2015. Pertumbuhan dan faktor kondisi ikan siro, *Sardinella atricauda*, Gunther 1868 (Pisces: Clupeidae) di Perairan Teluk Kendari, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 15 (1): 77-86.
- Bayhan B, Kara A, Handzic M (Editor). 2012. Length-length and length-weight relationships of the round sardinella *Sardinella aurita* Valenciensis, 1847 (Osteichthyes, Clupeidae) from the Aegean Sea. *Proceedings of the 3rd International Symposium on Sustainable Development*. Sarajevo May 31-June 1 2012. International Burch University. Sarajevo. pp. 110-112.
- Beyer JE. 1987. On length-weight relationships. Part I: Computing the mean weight of the fish of a given length class. *Fishbyte*, 5(1): 11-13.
- Bolger T, Connolly PL. 1989. The selection indices for the measurement and analysis of fish condition. *Journal of Fish Biology*, 17(3): 171-182.
- Buchary EA. 2010. In search of viable policy options for responsible use of sardine resources in the Bali Strait, Indonesia. *Thesis*. University of British Columbia (Vancouver). 383 p.
- Djamali RA. 2007. Evaluasi keberlanjutan dan optimalisasi pemanfaatan sumberdaya ikan lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) di perairan Selat Bali. *Dissertation*.

- Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 154 p.
- Effendie IM. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Bogor. 163 p.
- Froese R & Pauly D (editor). 2018. *Fish Base*. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org). version (02/2018).
- Gaughan DJ, Mitchell RWD. 2000. *The biology and stock assessment of the tropical sardine, Sardinella lemuru of the Midwest Coast of Western Australia*. Fisheries Research Report 119. Fisheries Department. Western Australia. 136 p.
- Ginanjar M. 2006. Kajian reproduksi ikan lemuru (*Sardinella lemuru* Blk.) berdasarkan perkembangan gonad dan ukuran ikan dalam penentuan musim pemijahan di perairan pantai timur Pulau Siberut. *Thesis*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 56 p.
- Himelda. 2013. Model keberlanjutan pengelolaan perikanan lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) di Selat Bali. *Dissertation*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 237 p.
- Luceño AJM, Torres MAJ, Tabugo SRM, and Demayo CG. 2014. Describing the body shapes of three populations of *Sardinella lemuru* (Bleeker, 1853) from Mindanao Island, Philippines using relative warp analysis. *International Research Journal of Biological Science*, 3(6): 6-17.
- Mahrus. 1995. Studi reproduksi ikan lemuru (*S. lemuru* Bleeker 1853) di perairan Selat Alas, Nusa Tenggara Barat. *Thesis*. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 84 p.
- Mahrus, Sumitro SB, Widodo N, Sartimbul A. 2012. The association between genetic variations and omega-3 production on *Sardinella lemuru* in Lombok Strait. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 1(6): 12-16.
- Merta IGS. 1992. Dinamika populasi ikan lemuru, *Sardinella lemuru* Bleeker 1853 (Pisces: Clupeidae) di perairan Selat Bali dan alternatif pengelolaannya. *Dissertation*. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 201 p.
- Moutopoulos DK, Stergiou KI. 2002. Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 18(3): 202-203.
- Nikolsky GV. 1963. *The Ecology of Fishes*. Translated from Russian by L. Birkett. Academic Press, London and New York. 352 p.
- Pangkey H. 2011. Needs of essential fatty acid in marine fish. *Journal of Fisheries and Marine Tropical*, 7(2): 93-102.
- Pedrosa-Gerasmio IR, Agmata AB, Santos MD. 2015. Genetic diversity, population genetic structure, and demographic history of *Auxis thazard* (Perciformes), *Selar crumenophthalmus* (Perciformes), *Rastrelliger kanagurta* (Perciformes), and *Sardinella lemuru* (Clupeiformes), in Sulu Celebes Sea, inferred by motokondrial DNA sequences. *Fisheries Research*, 162: 64-74.
- Pertami ND, Tampobolon PARP, Rahardjo MF, Sumi A (Editor). 2017. Preliminary study of ichthyofauna in Bali Strait waters. *Proceedings of the National Symposium on Fish and Fisheries*. Denpasar, January 26 - 28 2017. Udayana University Press. Bali. pp. 257-264.
- Poernomo A, Purwanto, and Ahmadi. 2011. Combating illegal, unreported and unregulated (IUU) fishing to attain food security and alleviate poverty: Initiative of Indonesia. *Fish for the People*, 9(2): 79-85
- Prasetyo AP, Purwoko RM. 2016. Inter-specific competition and fishing effect to population dynamic of Bali sardine (*Sardinella lemuru*). *Indonesian Fisheries Research Journal*, 22(2): 85-90.
- Purwaningsih R, Widjaja S, Partiw S. 2011. The effect of marine fish biomass stock reduction to fishers revenue (A case study of *Sardinella lemuru* fisheries on Bali Strait). *IPTEK. The Journal for Technology and Science*, 22 (3): 166-176.
- Purwaningsih R. 2015. Analysis added value of lemuru fisheries products in Muncar Port, Banyuwangi. *Journal of Industrial Engineering Scientific*, 14(1): 13-23.
- Ricker WE. 1970. *IBP Handbook No.3: Methods for assesment of fish production in freshwater*. Second printing. International Biological Proqramme. Blackwell Scientic Publications. Oxford and Edinburgh. London. 313 p

- Ricker WE. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* Department of the Environment Fisheries and Marine Service. Ottawa, Canada. 382 pp.
- Sartimbul A, Nakata H, Rohadi E, Yusuf B, Kadarisman HP. 2010. Variation in chlorophyll-a concentration and the impact on *Sardinella lemuru* catches in Bali strait, Indonesia. *Progress in Oceanography*, 87(1):168-174.
- Sikoki FD, Otobotekere AJT. 1999. *Fisheries*. In: Alagoa EJ (Editor). *The Land and People of Baysela State. Central Niger Delta*. Port Harcourt. pp. 301-319.
- Simbolon D, Wiryawan B, Wahyuningrum PI, and Wahyudi H. 2011. Utilization level and pattern of lemuru fishing season in Bali Strait waters. *Bulletin PSP*, 19(3): 293-307.
- Syahril, Soekendarsi E, and Hasyim Z. 2016. Comparison of nutrient substances of tilapia fish *Oreochromis mossambicus* from Hasanuddin Lake, Makassar University and Mawang Lake, Gowa South Sulawesi. *Journal of Makassar Biology*, 1(1): 1-7.
- Tinungki GM. 2005. Evaluasi model produksi surplus dalam menduga hasil tangkapan maksimum lestari untuk menunjang kebijakan pengelolaan perikanan lemuru di Selat Bali. *Dissertation*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 154 p.
- Willette DA, Santos MD. 2013. Correcting widespread misidentifications of the highly abundant and commercially important sardine species *Sardinella lemuru* in the Philippines. *Journal of Applied Ichthyology*, 29(4): 881-885.
- Wujdi A, Suwarso, Wudianto. 2012. Relationship of length-weight, condition factors and size structure of lemuru fish (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) in Bali Strait waters. *Escort*, 4 (2): 83-89.



**Review**

## **Biodiversity conservation of coastal fish of Indonesia**

[Konservasi keanekaragaman hayati ikan pantai di Indonesia]

Victor PH Nikijuluw

Conservation International (CI), Indonesia

Received: 25 July 2018; Accepted: 9 October 2018

### **Abstract**

Each species has a special value. No species was created without intention. If one species matters, all species are altogether admirably important. This paper elucidates critical importance of species conservation in the context marine fish biodiversity in Indonesia. This resource endowment has not been truly known and hence improperly utilized. As direct consequences, biodiversity loss and species extinction are unstoppable trend. This condition is attributed to the lack systematic research and serious education programs. Beside the needs of improving research and education at national level, conservation programs should be intentionally adapted by regional government. Of the various available conservation approaches, the adapting of focal species by each regional government may become an effective approach to massively promote fish conservation program at provincial and regency levels. It also may become an input for conservation practices at larger scale.

**Keywords:** biodiversity loss, capacity building, focal species, regional government, species conservation

### **Abstrak**

Setiap spesies mempunyai nilai khusus. Tidak ada satu spesies pun yang diciptakan tanpa tujuan. Jika satu spesies saja begitu berarti, keberadaan semua spesies sekaligus sangat penting. Makalah ini menekankan begitu pentingnya konservasi spesies pada keragaman hayati laut di Indonesia. Sumber daya ini belum diketahui dengan sempurna dan sebab itu menjadi alasan untuk tidak dimanfaatkan dengan baik. Sebagai akibatnya, kehilangan keragaman hayati dan kepunahan spesies adalah kecenderungan yang tidak terhentikan. Hal ini terjadi karena kekurangan penelitian dan program pendidikan. Selain kebutuhan untuk meningkatkan penelitian dan pendidikan pada skala nasional, program konservasi harus sengaja diadakan di tingkat daerah. Dari berbagai pendekatan program konservasi, penentuan spesies kunci bisa menjadi pendekatan efektif untuk mempromosikan konservasi spesies ikan secara masif oleh pemerintah daerah provinsi atau kabupaten. Pendekatan ini bisa menjadi pelajaran bagi praktik konservasi pada skala yang lebih luas.

**Kata penting:** keanekaragaman hilang, pembentukan kapasitas, pemerintah regional, spesies kunci, konservasi spesies

### **Introduction**

The two keywords of this article are biodiversity and conservation. There is a close inter-relatedness or correlation between the words. Biodiversity will be assuredly and perpetually in place if there are proper conservation programs. On the other hand, effective conservation programs should be provoked and engendered by biodiversity. Without or with less degree of biodiversity, conservation of particular place, habitat, or ecosystem is seemingly exaggerated. Con

servation programs can be designed to specifically protect certain species or a group of species. Nevertheless, protecting and sustaining biodiversity should be the main reason to have a high value conservation programs.

In this paper, biodiversity, a contraction of biological diversity, is defined in accordance with UN Convention on Biological Diversity (UNCBD) as “the variability among living organisms from all sources including, *inter alia*, terrestrial, marine and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they are part; this includes diversity within species, be-

---

✉ Correspondence author  
E-mail address: [vnikijuluw@conservation.org](mailto:vnikijuluw@conservation.org)

tween species and of ecosystems” (SCBC 2010). Hence, biodiversity of marine fish may be defined simply as variability and richness of fish species in marine ecosystem as their habitat.

What is conservation? In biological and ecological sciences, conservation may be defined as the management of nature and of earth's of biodiversity with the aim of protecting species, their habitats, and ecosystems from excessive rates of extinction and the erosion of biotic interactions (Soule 1986). It is an interdisciplinary subject drawing on natural and social sciences, and the practice of natural resource management.

A more practical definition of biological conservation is stated in Business Dictionary as usage, improvement, and protection of human and natural resources in a wise manner, ensuring derivation of their highest economic and social benefits on a continuing or long-term basis. It is achieved through alternative technologies, recycling, and reduction in waste and spoilage and (unlike preservation) implies consumption of conserved resources. This definition emphasizes sustainability use of the resources and how they are optimally utilized and economically impactful to mankind.

A formal definition of conservation according to the Law No: 5/1990 is as the following. “Conservation of natural resource is a natural resource management whose utilization is wisely conducted by ensuring its sustainability, maintaining its diversity, and improving its value. Conservation is undertaken by three substantial elements; protection of life support system, preservation of biodiversity and ecosystem, and sustainable utilization of natural resources and ecosystem (Article 5, Law No: 5/1990). By the Law No 31/2004 on Fisheries, conservation refers to all efforts of protecting, preserving, and utilization of fisheries resources, including the

ecosystem, species, and genetics to ensure the availability and sustainability of fish stocks, by preserving and improving the quality of fisheries resources.

Coining the words together, biodiversity conservation may be defined as protection, preservation, and sustainable use of variety and richness of species (or group of species) in the wisest manner and for optimal benefit to people so that the species and their habitat quality will not be degraded but sustained in the long-run.

This article focuses on the present state, threats, and strategic policies of fish conservation in Indonesia. It begins with discussion on the reasons and spectrum for species conservation. It also elaborates number of species and their diversity and concludes with addressing of action programs that include research and education aspects.

### **Species conservation**

Every fish species is important and entails specific value either to nature or human. Ecological, biological, and social economic functions of many species have been successfully identified and recognized. Yet there are many more species whose existence has not been unidentified and understood yet. Some species at the bottom of the sea may have not been invented even, given our current exploration technologies, sciences, and knowledge. Nonetheless we cannot jump into conclusion that those that have not been scientifically studied and identified are unimportant for us and nature. It is a true that every creature has a specific value, purposefully created by God. This is basically the principle of conserving species diversity.

Every species has a meaning. Hence all species altogether even have a magnificent meaning. They are depending, influencing, supporting,

or competing one to another in their habitat. Therefore, their coexistence constructs their life. Their diversity sustains their life. Scientists have long determined species diversity as one of crucial elements of biodiversity.

Based on this way of thinking, I have courage to propose basic laws of species conservation that can be simply propounded as follow:

Law number-1: Every species is created for a purpose.

Law number-2: Unidentified and unknown species are also created for a reason.

Law number-3: Species are altogether constructing and uphold their life.

There are three levels of biodiversity: (1) genetic diversity - the variety of genetic information contained in individual plants, animals and micro-organisms, (2) species diversity - the variety of species, and (3) ecosystem diversity — the variety of habitats, ecological communities and ecological process. Based on biodiversity hierarchy and level of biological complexity, Peck (1998) classified 12 types of marine biodiversity, of which fish species diversity seems to

be the most significant one (Figure 1). Without species as a living component, habitat and seascape will not be that meaningful. In the same vain, genetic diversity can only be distinguished if it is within and among species. Conserving species diversity is therefore exceedingly important to safeguard the biological life support systems. A place functions as a habitat if living organisms or species are there. A question that needs to be raised is: are all species equally important for conservation purposes? The answer is that all species are important and must be conserved. None of them should be permitted to become extinct. Species that are considered not economically important today may be highly appraised in the future. Species that are biologically proved irrelevant for human today may be found more significant tomorrow.

Do some species play more significant roles than others in the structuring or functioning of their habitat and providing goods and services to human? Answer of this question will be a basis for strategic and effective conservation programs.

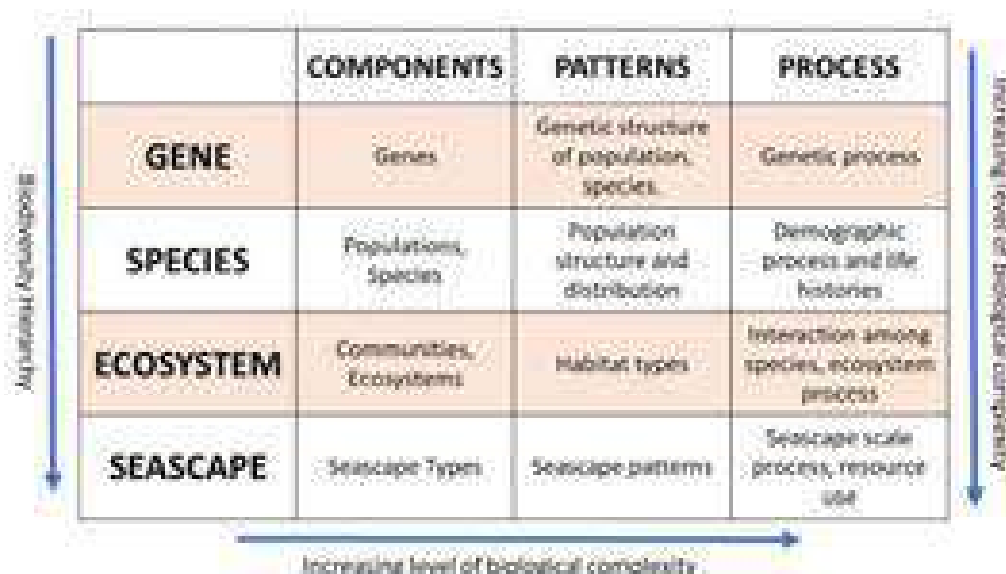


Figure 1. The biodiversity hierarchy (adapted from Peck 1998)

Roff and Taylor (2000) argued that conservation activity seems to have swung away from individual species and toward emphasis on the habitats and spaces. Nevertheless, they suggested to pay preferential attention to conserve so-called focal species that are those, which for ecological and social reasons, are believed to be valuable for the understanding, management, and conservation of natural environments. Managing or conserving the focal species will consequently lead to the management of habitats or ecosystems.

Many scientists have proposed different ways of defining and categorizing focal species. According to Roff and Zacharias (2011), focal species may comprise (1) indicator species, (2) keystone species, (3) umbrella species, and (4) flagship species. They are shortly elaborated in the next paragraphs:

1. *Indicator species* are those whose presence or absence denote the condition or health of a particular habitat, community, or ecosystem. Manta rays, especially the larger species or oceanic manta, *Manta birostris*, and the smaller species or coastal manta, *Manta alfredi*, may be considered as indicator species as they live in the waters rich in zooplankton and small fish. The rich ecosystem of Raja Ampat waters are apparently found to be nursery grounds for manta as many small size individuals are present in the areas. Large size individuals occur also in Raja Ampat waters that indicate the environment are in a healthy condition. Therefore manta is an indicator species for Raja Ampat ecosystem.
2. *Keystone species* are those entailing critical ecological function of a community or habitat and exerting a disproportionate influence

on community structure relative to its abundance or biomass.

Yellowfin tuna are found to a keystone species with regard to spotted dolphin (*Stenella attenuata*), to a lesser extent with spinner dolphin (*S. longirostris*), and common dolphin (*Delphinus delphis*). The basis of their association is partly due to shared or preferred food source. Interaction possibilities between tuna and dolphin include competition, parasitism, and commensalism. Reduced number of yellowfin tuna significantly affects presence of dolphins (Wild 1994).

Another example of keystone species is southern bluefin tuna (SBT). Studies showed that juveniles and adults are opportunistic feeders chiefly on cephalopods, crustacean, fish, and saps. In general, smaller SBT feed mainly on crustacean. Increased numbers of SBT landings influence other species, especially crustaceans (Caton 1994).

Group of demersal species in Java Sea can be considered as keystone species. High exploitation of the species by trawlers and the similar gears detrimentally affected their stocks, significantly reduced their landings, but consequently increased abundance of jelly fishes that might be considered as target preys. The sudden appearance of jelly fish in previously demersal species dominated waters are normally termed as an ecosystem overfishing (Nikijuluw *et al.* 2007).

Predatory starfish (*Pisaster ochraceus*) is also a keystone species as its presence kills corals and mussels. This predatory starfish feeds on the mussel, *Mytilus californianus*, and is responsible for maintaining much of the local diversity of species within certain communities. When the starfish have been removed experimentally, the mussel popula-

tions have expanded rapidly and covered the rocky intertidal shores so exclusively that other species cannot establish themselves. Consequently, the interaction between *Pisaster* and *Mytilus* supports the structure and species diversity of these communities. In other communities in which *Pisaster* occurs, however, the starfish has little overall effect on the structure of the community. Therefore, a species can be a keystone species in some communities but not in others. Increased number of the starfish in a habitat could kill coral ecosystem. Yet its existence could potentially create balance of ecosystem as the species eat other predators whose presence may dominate the ecosystem.

3. *Umbrella species* are the ones whose presence in a geographical area indicates that other species will also be present. Conservation of the umbrella species will also protect other species. The species normally demonstrate stubborn fidelity to particular habitats. Ocean sunfish (*Mola ramsayi*) can be included in this species category. The fish is found to continually live in Nusa Penida and Nusa Lembongan waters and drawing special attention of tourists. This ecoparasite laden fish is found to be cleaned by smaller reef fishes (Thys *et al.* 2016). Having a mutualism relationship, conservation of ocean sunfish in its habitat obviously will protect other fish. Some local fishers testified to see ocean fish at Flores and Timor islands. *Rastrelliger kanagurta* (Indian mackerel) may be also considered as an umbrella species in the Mayalibit Bay, Raja Ampat, West Papua. The almost-perfectly-closed bay is the habitat for the species caught by small-scale traditional fishers. Besides, there are sedentary species mainly sea cucumber and

other small pelagic fishes found in the bay. An attempt has been addressed to traditionally manage the bay with Indian mackerel as the main target. Resource management mechanisms of opening and closing fishing seasons coupled with gear restriction are applied to conserve the fish. This resource management measures undoubtedly also protects ecosystem and other organisms.

4. *Flagship species* usually garner public support to conserve the species and their habitat. They can be non-migratory or migratory species and appropriately managed by traditional or indigenous management approaches.

Whale shark (*Rhincodon typus*) may be considered as the flagship species in Raja Ampat and Kaimana waters. The species occurs intensively in Cendrawasih Bay. Manta ray and other whales may be considered also as flagship species for the habitat and areas where they live or migrate. Conservation of flagship species is normally gaining attention from both local and international communities. Their conservation, therefore, may become an effective strategy in protecting ecosystem and promoting regional development especially through tourism sector.

Tuna (family Scombridae), especially skipjack (*Katsuwonus pelamis*), yellowfin (*Thunnus albacores*), bigeye (*Thunnus obesus*), and albacore (*Thunnus alalunga*) are commercially flagship species that have been heavily exploited in Indonesian waters and therefore are in earnest alarms to be conserved. Regrettably, their high global market demand encourages fishing industries to hunt after the species and contrariwise makes the authorities reluctantly con-

serve them or apply sustainable management measures.

Beside the above species categories, locally endemic and socially charismatic species are gaining popularity as reasons for conservation. Conservation of endemic species prevents the species from extinction and extirpation. Conservation of socially charismatic species will not only protect the species and their habitats but also uphold values and beliefs of the local adherents who advocate and support the conservation.

Of the nine walking (bamboo) sharks (*Hemiscyllium*) species that have been found in the world, six have been proved endemism in Papua and Mollucas. The six species are *H. freycineti* (Raja Ampat Islands); *H. galei* (Cenderawasih Bay); *H. halmahera* (Halmahera, Indonesia); *H. henryi* (vicinity of Triton Bay, Kaimana); *H. strahani* (vicinity of Jayapura), and *H. trispiculare* (northwestern Australia and Aru Islands). Locally by Papuan, the species are named “*Kalabia*”, meaning walking sharks. They have been systematically used to promote conservation of coral reefs and coastal ecosystem where they live. A floating education on conservation program by the name of “*Kalabia*” was established by a local NGO whose main program is to educate and train children on conservation. University of Papua (UNIPA) and University of Pattimura (UNPATTI) are conducting researches to determine right management mechanism to conserve the species as parts of sustainable coastal management.

Charismatic species, often conceived as flagship species, are inherently and traditionally regarded and respected by local peoples. Dugongs and sharks are so loftily esteemed by many villagers of Mollucas that they are not caught for consumption. Whale sharks are so highly honored as the *King of Fish* that they are not killed

although unwittingly caught by light lift-netters at Kaimana, Raja Ampat, and Cendrawasih Bay. The species are treated charismatically by local peoples. They can be easily adapted to become target of conservation program.

### Richness of Indonesian Fish

About 34% of the world's fish species, about 8,500 species, occur in Indonesian waters (Persoon & van Weerd 2016). About 108 species (0.4% of the global) are endemic and 95 species (1.1% of the global) are seriously threatened. According to Gray (1997), the highest species diversity in the world occurs in the Indonesian archipelago and decreases radially from there.

Allen & Erdmann (2012) reported that Indonesia has highest diversity reef fish hotspots compared to other location in the region. Using number of species recorded and the Coral Fish Diversity Index (CFDI), they predicted number of reef fish species at 10 locations in Indonesia. The prediction result is presented in Table 1. They also identified number of endemic species occurred in selected waters of Indonesia that in fact more than number of endemism found in the neighboring countries (Table 2). In total, there are 152 endemic reef fishes in selected areas of Lesser Sunda Islands, North Sulawesi, and West Papua. Surveys are needed to find and disclose richness of reef fish biodiversity at other locations in Indonesia.

About 600 reef species occur in the Pulau Weh and northern tip of Sumatra. Another survey carried out in Bintan dan Riau Archipelago in 1997 discovered an impoverished reef-fish of only 315 species. There were no comprehensive surveys for the Java region, although it was estimated a total 500-600 species in Seribu Island, Northern Jakarta. The waters of Berau region in East Kalimantan are inhabited by 900 species.

Table 1. Coral fishes diversity at selected locations in Indonesia

| No | Locality             | # of species recorded | Coral Fish Diversity<br>Index | Predicted # of species |
|----|----------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|
| 1  | Raja Ampat           | 1347                  | 373                           | 1465                   |
| 2  | Maumere Bay          | 1111                  | 333                           | 1108                   |
| 3  | Triton Bay, Kaimana  | 1005                  | 322                           | 1249                   |
| 4  | Halmahera            | 974                   | 327                           | 1271                   |
| 5  | Bali and Nusa Penida | 977                   | 337                           | 1372                   |
| 6  | Cendrawasih Bay      | 965                   | 302                           | 1165                   |
| 7  | Berau                | 875                   | 316                           | 1050                   |
| 8  | Komodo Island        | 750                   | 280                           | 928                    |
| 9  | Pulau Weh            | 533                   | 196                           | 644                    |
| 10 | Bintan Island        | 304                   | 97                            | 308                    |

Adapted from Allen & Erdmann (2012)

Table 2. Reef fish endemism for Indonesia

| Region              | # of endemic species | Region          | # of endemic species |
|---------------------|----------------------|-----------------|----------------------|
| Lesser Sunda Island | 52                   | West Papua      | 42                   |
| Bali to Komodo      | 25                   | Cendrawasih Bay | 15                   |
| Flores to Alor      | 15                   | Raja Ampat      | 13                   |
|                     |                      | Triton Bay      | 6                    |
| North Sulawesi      | 14                   |                 |                      |
| Tomini Bay          | 8                    | INDONESIA       | 159                  |

Adapted from Allen and Erdmann (2012)

Remarks: Categories are not mutually exclusive. Raja Ampat endemic would also be endemic to West Papua and to Indonesia

The Berau region is possibly the richest marine fauna in the Greater Sunda Islands (Sumatra, Java, and Kalimantan).

There were about 1,000 coral fish species found in Nusa Penida, Bali. A slightly over 1,100 species were found in Maumere Bay, Flores. A survey at the Banggai and Togean Islands, Central Sulawesi, in 1988 documented 820 species. Approximately, 1,200 and 1,000 species were found in Aru and Halmahera waters, respectively.

The waters of West Papua Province where Bird's Head Seascape (BHS) is located is possibly the richest and most biodiversity region in Indonesia and even in the world. More than 1,638 coral-associated fish were documented in the BHS. Several surveys done in the BHS at the course of 1998 to 2015 indicated 1,437 species

for Raja Ampat Islands, 1,005 species for the Fak-Fak and Kaimana, and 965 species for Cendrawasih Bay (Allen & Erdmann 2012). Comparing the richness reef fish at the BHS with those of CTI countries and the eastern Indian Ocean, one could say that the BHS is the epicenter or the hotspot of marine biodiversity.

Endowed with richness of marine fish, it does not necessarily mean that are commercially utilized. In some regions, coral reefs and their associated fishes have been developed as tourism objects that require conservation management for their sustainability. Conservation programs at selected coral reef ecosystems and regions of Indonesia have been effectively conducted.

Less number of species is caught for commercial reason. By the Maximum Sustainable Yield (MSY) estimate, they are categorized

into eight species groups: large pelagic fishes (including big tuna), little tunas, shrimps, demersal fishes, small-pelagic fishes, coral fishes, lobsters, and squids. Nevertheless, the Statistics of Indonesian Capture Fisheries which is mainly based on the landing reports at fishing ports and auction markets has recorded the catch only by 191 species of finfishes, 11 species of crustaceans, 11 species of mollusks, and 4 species of aquatic animals. In total, 216 species are only recorded by this annual statistics. The fisheries statistics has successfully reflected biodiversity of economically important species. Yet, unidentified catch, not recorded in the statistics can be used to determine species that should be protected, conserved, and unallowably or limitedly fished.

#### Threats of biodiversity loss

Biodiversity is not static. It is constantly changing. It can be increased by genetic change and evolutionary processes. It also can be reduced by threats which lead to population decline and extinction.

Increased number of the CITES-Appendix-listed and IUCN-red listed species are true signals of biodiversity loss. Attempts to prevent further loss are generally lacking and ending at scientific papers and discussion forums. Public agencies normally do not pay significant attention and commitment on biodiversity-loss-preventing programs. Conversely, many development programs in fact tend to accelerate exploitation and increase commercial utilization rates. Due to lack of information and scientific research and monitoring, loss of species in marine ecosystem is not easily detected. However, almost all marine mega faunas have been included as critically endangered (CR), endangered (EN), and vulnerable (VU) species into the IUCN

red list. Increased number of species have been listed in the CITES appendices I, II and III.

Miller (2005) proposed the following reasons for the unstoppable trend of biodiversity loss:

- (1) Assumption that an “educate-the-public” approach will be sufficient to motivate change. This implies that education is necessary but not sufficient. It should be followed by real action conservation programs that involved those who have been trained and educated.
- (2) Estrangement of people from nature. People become less sensitive to natural phenomena since they are driven away from direct contact with nature. Consequently, they tend to disregard important undesirable natural incidences such as decreased population and finally species extinction.
- (3) Collective ignorance that might be attributable to absence of guiding policies and real example.

Hutomo & Moosa (2005) revealed causes or problems of biodiversity loss in Indonesian coastal and marine ecosystem. They suggested ensuing aspects that are continually threatening existence of biodiversity:

- 1) Rapid population growth and stubborn poverty in coastal areas.
- 2) Lack of policy implementation and poor law enforcement.
- 3) Lack of awareness on the strategic importance of coastal and marine resources.
- 4) Lack of political will to apply sustainable development principles.
- 5) Lack of recognition of local tradition, rights, indigenous knowledge, and community-based participation.

- 6) Unawareness on the importance of an integrated approach in coastal and marine development.
- 7) Lack of capable human resources.
- 8) Lack of information as a basis for rational and optimal use of marine resources and poor existing system to access available information.

Other variables that contribute to biodiversity degradation are introduction of species that are invasive in nature, impact of global climate change and sea level rise, and changes in regional political regimes that eventually affect local policies in natural resource utilization and management. Implementation of Law 23/2014, for instance, when authority of coastal area and fisheries resource management is upwardly shifted from regency to provincial government has brought about unexpected consequences of losing incentives, interests, and responsibilities of regency's government in undertaking species and habitat conservation programs.

A major impediment to reducing biodiversity loss is our limited knowledge of the true extent of biodiversity, its evolutionary history, and the forces that shape responses to environmental change. We are thus currently underprepared to recognize contemporary changes and to implement appropriate responses. Although much fundamental work remains to be done, the information currently available already allows some inferences and predictions about the future. It also allows us to formulate broad areas of evolutionary investigation that are of direct relevance to the discovery, documentation, sustainable use, and protection of biodiversity.

### **Conservation strategies**

The first and foremost strategy of species conservation is availability of national policy that

provides legal foundation for action programs and projects. Protocol of species conservation should be developed for each targeted species. Good governance at the national, provincial, and local levels that cover human resources, planning, and program implementation should be developed and committed to be executed. Inter-agencies collaboration and involvement of stakeholders, including national and international NGOs, should be hammered out. The collaboration can be directed to execute multiyear conservation activities that are unmanageably executed by using government budgets.

Capacity buildings of institutions and government personnel are the next in importance and therefore should be prioritized. Conservation offices and sections at central government and local government agencies should be developed and empowered to provide better capacity on which sound and effective conservation programs can be designed and implemented. Training and education of government officials should be programmed in the aspects of conservation science, technology, and management.

Indonesia is lacking in conservation knowledge. Only few institutions doing continues researches that provide results applicable in policy formulation. In similar way, not so many universities are offering special programs or subjects that are related to conservation. There are many impediments indeed to establish and maintain ideal research and training institutions. Nonetheless, the capacity development in the conservation knowledge and science should not be halted and forsaken. It should be prioritized and persistently improved.

Under the existing circumstances of lacking in policy, program, and capacity, various in-situ species conservation programs have been designed and implemented. The National Plan of

Action (NPOA) for several species such as napoleon fish (*Cheillinus undulatus*), seahorse (*Hyppocampus* spp.), trochus (*Trochus niloticus*), sea cucumber (*Holothuroidea*), giant clam (*Tridacna gigas*), and various species of sea turtles have been enacted and ready to implement. Marine mega faunas especially whale-shark have been effectively protected. The government is enlarging conservation horizon to also cover other species of sharks and rays and in the preparation of inclusion the species into the CITES appendixes. The above mentioned government efforts have brought about positive influence on species conservation.

Another significant strategy that has been taken by the government is area conservation program that automatically will conserve species that are partly or entirely living in the area. The central government has globally committed and proclaimed to establish 20 million hectares of marine protected areas (MPAs) that will be achieved by 2020. In the process to fulfill the commitment, some MPAs have been effectively managed and provided mechanism for species conservation. The 4.3 million hectares of BHS MPAs, for instance, have been able to protect whale shark, walking shark, manta rays, dugongs, sunfish, and multifarious coral fishes. Sustainable fisheries management schemes for artisanal and commercial purposes have been designed and begun to implement. A customary-based fishery has been revitalized as a management scheme within MPAs.

MPAs also triumphantly prevent different commercial fish such as tunas, skipjack, scads, mackerels, sharks, groupers, and snappers from uncontrollable and unmanageable commercial fishing. This impactful result shows the importance of managing habitat or ecosystem.

Maduppa *et al.* (2013) in their study revealed the importance of managing habitat to protect species. Considering ecological network, conserving habitat and species altogether is a powerful strategy (Graham 2004). Conserving habitat will result in increased fish abundances and species that are target of fisheries respond particularly well to protection (Mosquera *et al.* 2000).

### Concluding remarks

Indonesia is endowed with huge fish biodiversity resources. Many species have been successfully and scientifically identified. Yet there might be many more have not been studied and taxonomized. Likewise, only small percent-tage of the species that have been recognized to have economic and social values.

We have committed to have conservation programs at national and local government levels. However, the programs seem not to be able to cease or prevent from increasing biodiversity loss and degradation. The very basic reason of this is the fact that we have very limited knowledge on species living in our waters. Research, education, and awareness campaign on this aspect are indeed very short in number. As consequence, we tend not to pay special homage and respect to the need of species conservation in order that they can exist and provide everlasting benefits.

There are many ways, approaches and methods to bring every single species under conservation program since each species is purposefully created. Yet the main pillars for species conservation are research and education. There are plenty room of opportunities for research and education on species conservation in Indonesia. Every research institution and university in the

country should deliberately design their programs by which conservation should be included. Government should widely open their arms to invite local and international NGOs to work on conservation programs. Huge obstacles such as multi-years funding, qualified staffs, and supporting international works that may encountered by the government could be handled and overcome by collaborating with private sectors and NGOs.

Species conservation and management will be more effective if the species are specially destined and loftily esteemed. Under political circumstances where every regency and province are promoting their regions on sustainable development, it would be a very strategic conservation approach if each government could determine its specific flagship species and use it as a mascot of economic development and investment promotion program. If each of about 400 coastal regencies could determine and proclaim one flagship species for their respective region, there would be about the same number of species that are highly esteemed and wittingly conserved. Using flagship species as a regional mascot that is based on research, tradition, and its relative importance for local people, conservation programs of the species could be further developed that finally may provide long-term benefits to the government and communities.

## Reference

- Allen GR, Erdmann MV. 2012. *Reef Fishes of the East Indies*, Volume I-III. Tropical Reef Research. Perth, Australia.
- Caton AE. 1994. Review of aspects of southern bluefin tuna biology, population, and fisheries, p. 296-343 *In*: Shomura RS, Majkowski J, Langi S. (Eds). Interactions of the Pacific Tuna Fisheries. Proceedings of the First FAO Expert Consultation on Interaction of Pacific Tuna Fisheries. 3-11 December 1991. Noumea, New Caledonia.
- nia. Volume 2: papers on biology and fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper*, No. 336, Vol. 2. FAO Rome, 1993. 439 p.
- Graham B. 2004. *Integrating Biodiversity Conservation and Sustainable Use: Lessons Learned from Ecological Networks*. IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, UK. vi + 55 pp.
- Gray J. 1997. Marine biodiversity: patterns, threats and conservation needs. *Biodiversity and Conservation*, 6(1): 153-175.
- Hutomo M, Moosa MK. 2005. Indonesian marine and coastal biodiversity: Present status. *Indian Journal of Marine Science*, 34(1): 88-97.
- Maduppa HH, Agus SM, Farhan AR, Suhendar D, Subhan B. 2012. Fish biodiversity in coral reefs and lagoon at the Maratua Island, East Kalimantan. *Biodiversitas*, 13(3): 145-150.
- Miller JR. 2005. Biodiversity conservation and the extinction of experience. *Trends in Ecology and Evolution*, 20(8): 430-434.
- Mosquera I, Côté IM, Jennings S, Reynolds JD. 2000. Conservation benefits of marine reserves for fish populations. *Animal Conservation*, 4: 321-332.
- Nikijuluw VPH, Poeloe J, Dahlan MN, Purba CB. 2007. *Sistem Alternatif Manajemen Sumberdaya Kelautan dan Perikanan*. Pusat Riset Perikanan Tangkap. Departemen Kelautan dan Perikanan. 178 p.
- Peck S. 1998. *Planning for Biodiversity: Issues and Examples*. Island Press, Washington DC.
- Persoon GA, van Weerd M. 2016. Biodiversity and natural resource management in insular Southeast Asia. *Island Studies Journal*, 1(1): 81-108.
- Roff, J.C. and Taylor, M. 2000. A geophysical classification system for marine conservation. *Journal of Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem*, 10:209-223
- SCBC (Secretariat of the Convention on Biological Diversity). 2010. *Global Biodiversity Outlook 3*. Montréal, Canada.
- Soule ME. 1986. What is conservation biology? *BioScience*, 35(11): 727-734.

- Thys T, Ryan JP, Weng KC, Erdmann M, Trestani J. 2016. Research Article. Tracking a marine ecotourism star: Movements of the short ocean sunfish (*Mola ramsayi*) in Nusa Penida, Bali, Indonesia. *Journal of Marine Biology*, 26: 1-6.
- Wild A. 1993. A review of the biology and fisheries for yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Eastern Pacific Ocean. p. 52-107 *In*: Shomura RS, Majkowski J, Langi S. (Eds). Interactions of the Pacific Tuna Fisheries. Proceedings of the First FAO Expert Consultation on Interaction of Pacific Tuna Fisheries. 3-11 December 1991. Noumea, New Caledonia. Volume 2: papers on biology and fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper*, No. 336, Vol.2. Rome, FAO. 1993. 439 p.

## **Persantunan**

Kami berterima kasih kepada para mitra bebestari yang telah berkenan meluangkan waktu serta mencurahkan tenaga dan pikiran untuk menelaah dan menilai kelayakan artikel yang diterbitkan pada *Jurnal Iktiologi Indonesia* Volume 18 Nomor 3 Bulan Oktober Tahun 2018, yaitu:

Agus Nuryanto, Dr. (Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman)

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

Andi Iqbal Burhanuddin, Prof. Dr. (Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin)

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

Endi S. Kartamihardja, Prof. Dr. (Badan Riset dan Sumber daya Manusia Kelautan dan Perikanan)

Fredinan Yulianda, Dr. (Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor)

Gunawan Pratama Yoga, Dr. (Pusta Penelitian Limnologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia)

Henny Syawal, Dr. (Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau)

Hesti Wahyuningsih, Dr. (Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara)

Kadarusman, Dr. (Akademi Perikanan Sorong)

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

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

Tatag Budiardi, Dr. (Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor)

## Indeks penulis

|                  |              |                    |              |
|------------------|--------------|--------------------|--------------|
| Abubakar H       | 209          | Lumban Batu DTF    | 191          |
| Aditriawan RM    | 41           | Madduppa HH        | 1            |
| Affandi R        | 191          | Matrutty DDP       | 223          |
| Agustina M       | 151          | Murtihapsari       | 209          |
| Akbar N          | 1            | Murwantoko         | 69           |
| Akmal Y          | 139, 261     | Nabilah IS         | 103          |
| Arfiati D        | 103          | Nikijuluw VPH      | 285          |
| Arief Wujdi      | 13           | Nugroho SC         | 13           |
| Aris M           | 1            | Irawati N          | 23           |
| Asriansyah A     | 41           | Nurfiarini A       | 241          |
| Asriyana         | 23           | Nurjaya IW         | 275          |
| Baksir A         | 1            | Pangentasari D     | 165          |
| Batubara AS      | 139          | Pertami ND         | 275          |
| Dailami M        | 209          | Purnamaningtyas SE | 241          |
| Damar A          | 275          | Rahardjo MF        | 41, 261, 275 |
| Djumanto         | 69           | Robisalmi A        | 251          |
| Ekawaty R        | 199          | Santi D            | 209          |
| Eriswandy I      | 127          | Saputra A          | 127          |
| Ernawati         | 127          | Setiawati M        | 165          |
| Ghiffary GADA    | 41           | Setyawan P         | 251          |
| Gunadi B         | 251          | Simanjuntak CPH    | 41           |
| Habibie SA       | 69           | Subhan B           | 1            |
| Hadiaty RK       | 175          | Sudrajat AO        | 57           |
| Hamidah A        | 115          | Sunarno MTD        | 165          |
| Hariani N        | 87           | Tahir I            | 1            |
| Hidayani AA      | 127          | Tjahjo DWH         | 241          |
| Irfan M          | 1            | Toha AHA           | 209          |
| Jatmiko I        | 13, 151, 199 | Tuapetel F         | 223          |
| Jayanti AS       | 103          | Utomo NBP          | 165          |
| Junior MZ        | 57           | Waileruny W        | 223          |
| Jusmaldi         | 87           | Wujdi A            | 151          |
| Kartika WD       | 115          | Wulandari A        | 127          |
| Khaerudin        | 115          | Yusuf MA           | 127          |
| Kharismayanti HF | 103          | Zahid A            | 41           |
| Khoiriyah N      | 103          | Zahri A            | 57           |
| Kotta R          | 1            | Zakiyah U          | 103          |
| Leuwol CF        | 191          | Zulfahmi I         | 139, 261     |

**Indeks subyek**

|                                                |          |                                           |              |
|------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------|--------------|
| danau lindung                                  | 241      | Kapuas Hulu                               | 241          |
| daun tarum ( <i>Indigofera zollingeriana</i> ) | 165      | karbamat                                  | 191          |
| deltametrin                                    | 103      | Kecamatan Tungkal Ilir                    | 115          |
| dimorfisme seksual                             | 69       | Kekayaan jenis                            | 223          |
| DNA mitokondria                                | 209      | metiltestosteron                          | 127          |
| endemik                                        | 175      | makanan                                   | 23, 41       |
| faktor kondisi                                 | 13, 87   | Maluku Utara                              | 1            |
| filogenetik                                    | 1, 209   | mortalitas                                | 103          |
| Gen COI                                        | 209      | museum                                    | 176          |
| gonad                                          | 57       | nelayan                                   | 115          |
| hormon                                         | 57       | otolit                                    | 151          |
| hubungan panjang-bobot                         | 87, 275  | pemijahan                                 | 199          |
| indeks bagian terbesar                         | 23       | penjantanan                               | 127          |
| ikan                                           |          | penyamakan kulit                          | 103          |
| belanak, <i>Chelon subviridis</i>              | 41       | perifiton                                 | 23           |
| belanak, <i>Moolgarda engeli</i>               | 41       | piretroid                                 | 103          |
| cakalang, <i>Katsuwonus pelamis</i>            | 151      | pertumbuhan                               | 23, 251      |
| <i>Cirrhitilabrus cf ryukyuensis</i>           | 209      | polikromatik                              | 69           |
| gapi, <i>Poecilia reticulata</i>               | 127      | Pulau Ambon                               | 223          |
| jelawat <i>Leptobarbus hoevenii</i>            | 165      | Raja Ampat                                | 209          |
| keureling, <i>Tor tambroides</i>               | 139, 261 | reproduksi                                | 199          |
| kuniran, <i>Upeneus sulphureus</i>             | 23       | Samudra Hindia                            | 13, 151, 199 |
| sardinella, <i>Sardinella lemuru</i>           | 275      | Selat Bali                                | 275          |
| madidihang, <i>Thunnus albacares</i>           | 13       | Sungai Barambai                           | 87           |
| mas, <i>Cyprinus carpio</i>                    | 103, 191 | Tarum, <i>Indigofera zollingeriana</i>    | 165          |
| red devil, <i>Amphilophus amarillo</i>         | 69       | Teluk Cenderawasih                        | 209          |
| sidat, <i>Anguilla bicolor bicolor</i>         | 57       | Teluk Kendari                             | 23           |
| tongkol komo, <i>Euthynnus affinis</i>         | 199      | Teluk Pabean                              | 23           |
| wader bintik dua, <i>Barbodes binotatus</i>    | 87       | teripang pasir, <i>Holothuria scabra</i>  | 127          |
| ikan demersal                                  | 223      | <i>Thallasiothrix</i>                     | 23           |
| iktiofauna                                     | 175, 241 | tingkat kematangan gonad                  | 199          |
| indeks keanekaragaman                          | 223      | toksisitas                                | 103, 191     |
| indeks kematangan gonad                        | 199      | tulang anggota gerak                      | 261          |
| insektisida                                    | 103, 191 | tulang belakang ( <i>ossa vertebrae</i> ) | 139          |
| jarak genetik                                  | 1        | Waduk Sermo                               | 69           |



## Volume 18

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Nebuchadnezzar Akbar, Muhammad Aris, Muhammad Irfan, Irmalita Tahir, Abdurrachman Baksir, Hawis H Madduppa, Beginer Subhan, Raismin Kotta</b> Filogenetik ikan tuna ( <i>Thunnus</i> spp) di perairan Maluku Utara, Indonesia [Phylogenetic of tuna fish ( <i>Thunnus</i> spp.) in North Mollucas Sea, Indonesia] . . . . .                                                                                                                                                                                                                          | 1   |
| <b>Suciadi Catur Nugroho, Irwan Jatmiko, Arief Wujdi</b> Pola pertumbuhan dan faktor kondisi madidihang, <i>Thunnus albacares</i> (Bonnaterre, 1788) di Samudra Hindia Bagian Timur [Growth pattern and condition factor of yellowfin tuna <i>Thunnus albacares</i> (Bonnaterre, 1788) in Eastern Indian Ocean]. . . . .                                                                                                                                                                                                                                | 13  |
| <b>Asriyana, Nur Irawati</b> Makanan dan strategi makan ikan kuniran <i>Upeneus sulphureus</i> , Cuvier (1829) di perairan Teluk Kendari, Sulawesi Tenggara [Food and feeding strategy of sunrise goatfish <i>Upeneus sulphureus</i> , Cuvier (1829) in Kendari Bay, Southeast Sulawesi]. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                       | 23  |
| <b>Gusti Abi Dzar Al Ghiffary, M. Fadjar Rahardjo, Ahmad Zahid, Charles P.H. Simanjuntak, Aries Asriansyah, Reiza Maulana Aditriawan</b> Komposisi dan luas relung makanan ikan belanak, <i>Chelon subviridis</i> (Valenciennes, 1836) dan <i>Moolgarda engeli</i> (Bleeker, 1858) di Teluk Pabean, Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat [Diet composition and niche breadth of mullet <i>Chelon subviridis</i> (Valenciennes, 1836) and <i>Moolgarda engeli</i> (Bleeker, 1858) in Pabean Bay, Indramayu Subdistrict, West Java Province]. . . . . | 41  |
| <b>Abdul Zahri, Agus Oman Sudrajat, Muhammad Zairin Junior</b> Profil hormon FSH, LH, dan estradiol serta kadar glukosa darah sidat, <i>Anguilla bicolor bicolor</i> (Mc Clelland, 1844) yang dirangsang hormon HCG, MT, E2, dan anti dopamin [Hormone profile of FSH, LH and estradiol with glucose blood level of Indonesian short-finned eel ( <i>Anguilla bicolor bicolor</i> Mc Clelland, 1844) stimulated by HCG, MT, E2 and dopamine inhibitory]. . . . .                                                                                        | 57  |
| <b>Sitty Ainsyah Habibie, Djumanto, Murwantoko</b> Polikromatik, dimorfisme seksual, dan redeskripsi spesies ikan red devil, <i>Amphilophus amarillo</i> [Stauffer & McKaye, 2002] di Waduk Sermo Yogyakarta [Polychromatic, sexual dimorphism and redescription species of red devil <i>Amphilophus Amarillo</i> [Stauffer & McKaye, 2002] in Sermo Reservoir, Yogyakarta] . . . . .                                                                                                                                                                   | 69  |
| <b>Jusmaldi, Nova Hariani</b> Hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan wader bintik dua <i>Barbodes binotatus</i> (Valenciennes, 1842) di Sungai Barambai Samarinda Kalimantan Timur [Length-weight relationship and condition factor of spotted barb <i>Barbodes binotatus</i> (Valenciennes, 1842) in Barambai River Samarinda East Kalimantan] . . . . .                                                                                                                                                                                       | 87  |
| <b>D. Arfiati, U. Zakiyah, I. S. Nabilah, N. Khoiriyah, A. S. Jayanti, H. F. Kharismayanti</b> Perbandingan LC50 – 96 jam terhadap mortalitas benih ikan mas ( <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus 1758) pada limbah penyamakan kulit dan insektisida piretroid [Comparison of lethal concentrations (LC <sub>50</sub> – 96 H) toward common carp, <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus 1758 mortality in leather industry liquid waste and piretroid insecticide]. . . . .                                                                                      | 103 |
| <b>Khaerudin, Afreni Hamidah, Winda Dwi Kartika</b> Jenis-jenis ikan hasil tangkapan nelayan di Kecamatan Tungkal Ilir Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi [Fish species of fishermen's catches in Kuala Tungkal - Tungkal Ilir Sub-District, Tanjung Jabung Barat Regency, Jambi Province] . . . . .                                                                                                                                                                                                                                        | 115 |
| <b>Anugerah Saputra, Astri Wulandari, Ernawati, Muhammad Amri Yusuf, Irvan Eriswandy, Andi Aliah Hidayani</b> Penjantanan ikan gapi ( <i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859) dengan pemberian ekstrak jeroan teripang pasir ( <i>Holothuria scabra</i> ) [Masculinization of guppy fish ( <i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859) with extract of sea cucumber ( <i>Holothuria scabra</i> )]. . . . .                                                                                                                                                | 127 |
| <b>Ilham Zulfahmi, Yusrizal Akmal, Agung Setia Batubara</b> Morfologi tulang belakang ( <i>ossa vertebrae</i> ) ikan keureling, <i>Tor tambroides</i> (Bleeker, 1854) [The morphology of Thai mahseer's <i>Tor tambroides</i> (Bleeker, 1854) axial skeleton ( <i>ossa vertebrae</i> )]. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                        | 139 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Arief Wujdi, Maya Agustina, Irwan Jatmiko</b> Indeks bentuk otolit ikan cakalang, <i>Katsuwonus pelamis</i> Linnaeus, 1758 dari Samudra Hindia [Otolith shape indices of skipjack tuna, <i>Katsuwonus pelamis</i> (Linnaeus, 1758) from the Indian Ocean]. . . . .                                                                                                                                                                                                                         | 151 |
| <b>Dwinda Pangentasari, Mia Setiawati, Nur Bambang Priyo Utomo, Mas Tri Djoko Sunarno</b> Komposisi dan nilai pencernaan nutrisi tepung daun tarum ( <i>Indigofera zollingeriana</i> ) yang difermentasi dengan cairan rumen domba pada benih ikan jelawat <i>Leptobarbus hoevenii</i> (Bleeker, 1851) [ <i>Composition and digestibility values of Indigofera zollingeriana</i> leaf meal on hoven's carp seed <i>Leptobarbus hoevenii</i> which fermented with sheep rumen liquor]. . . . . | 165 |
| <b>Renny Kurnia Hadiaty</b> Status taksonomi iktiofauna endemik perairan tawar Sulawesi [Taxonomical status of endemic freshwater ichthyofauna of Sulawesi] . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 175 |
| <b>Cathrine Ferlianova Leuwol, Djamar Tumpal Floranthus Lumban Batu, Ridwan Affandi</b> Uji toksisitas akut insektisida karbamat terhadap ikan mas, <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758 [Acute toxicity test of carbamate insecticide on common carp, <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758] . . . . .                                                                                                                                                                                      | 191 |
| <b>Rani Ekawaty, Irwan Jatmiko</b> Biologi reproduksi ikan tongkol komo, <i>Euthynnus affinis</i> (Cantor, 1849) di Samudra Hindia Bagian Timur [Reproductive biology of kawakawa, <i>Euthynnus affinis</i> (Cantor, 1849) in Eastern Indian Ocean]. . . . .                                                                                                                                                                                                                                  | 199 |
| <b>Muhammad Dailami, Darma Santi, Murtihapsari, Hermawaty Abubakar, Abdul Hamid A. Toha</b> Analisis genetik fragmen gen sitrokrom oksidase sub unit 1 dari <i>Cirrhilabrus cf. ryukyuensis</i> Ishikawa 1904 (Labridae) asal Teluk Cenderawasih dan Raja Ampat [Genetic analysis of cytochrome oxidase sub unit 1 gene fragment from <i>Cirrhilabrus cf. ryukyuensis</i> (Labridae) from Cenderawasih Bay and Raja Ampat] . . . . .                                                          | 209 |
| <b>Friesland Tuapetel, Delly D.P. Matrutty, Welem Waileruny</b> Keanekaragaman sumber daya ikan demersal di perairan Pulau Ambon [Diversity of demersal fish resources in Ambon Island waters]. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 223 |
| <b>Sri Endah Purnamaningtyas, Didik Wahyu Hendro Tjahjo, Amula Nurfiarini</b> Iktiofauna di Danau Lindung Keliling dan Danau Lindung Pangelang Kabupaten Kapuas Hulu [Ichthyofauna in Keliling and Pangelang Protected Lakes, Kapuas Hulu Regency] . . . . .                                                                                                                                                                                                                                  | 241 |
| <b>Adam Robisalmi, Priadi Setyawan, Bambang Gunadi</b> Evaluasi produksi larva dan keragaan pertumbuhan benih ikan nila merah NIFI F1 selama fase pendederan [Evaluation of larvae production and growth of juvenile red tilapia NIFI F1 during the nursery phase]. . . . .                                                                                                                                                                                                                   | 251 |
| <b>Yusrizal Akmal, Ilham Zulfahmi, M. F. Rahardjo</b> Morfologi tulang anggota gerak ( <i>ossa appendicularis</i> ) ikan keureling, <i>Tor tambroides</i> (Bleeker, 1854) [Morphology of appendicular skeleton of the Thai mahseer's <i>Tor tambroides</i> (Bleeker, 1854) appendicular skeleton]. . . . .                                                                                                                                                                                    | 261 |
| <b>Nyoman Dati Pertami, M.F. Rahardjo, Ario Damar, I.W. Nurjaya</b> Morphoregression and length-weight relationship of bali sardinella, <i>Sardinella lemuru</i> Bleeker 1853 in Bali Strait Waters [Morphoregresi dan hubungan panjang bobot ikan lemuru, <i>Sardinella lemuru</i> Bleeker 1853 di perairan Selat Bali] . . . . .                                                                                                                                                            | 275 |
| <b>Victor P. H. Nikijuluw</b> Biodiversity conservation of coastal fish of Indonesia [Konservasi keanekaragaman hayati ikan pantai di Indonesia] . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 285 |

## 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. Resensi buku yang berkaitan dengan aspek-aspek di atas dapat dimuat asalkan tidak melebihi dua halaman. Ulas balik (*review*) suatu topik yang dipandang penting dimuat hanya atas permintaan dewan penyunting.

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

Artikel dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris. Artikel belum pernah diterbitkan pada media manapun. Penyunting berhak 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 melalui surat elektronik 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 bebestari anonim yang kompeten untuk memperoleh penilaian konstruktif agar mendapatkan suatu baku publikasi yang tinggi.

Panduan berikut membantu anda dalam penyusunan naskah yang akan dikirim ke JII.

Panduan lengkap dapat anda lihat pada laman **Masyarakat Iktiologi Indonesia** ([www.iktiologi-indonesia.org](http://www.iktiologi-indonesia.org)). Naskah yang ditulis sesuai dengan ketentuan pada panduan akan mempercepat waktu pemeriksaan dan penyuntingan.

### Penyiapan naskah

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

- Ukuran kertas: A4 dengan batas pinggir 3 cm seluruhnya, bernomor halaman yang dituliskan pada ujung kanan bawah.
- Naskah ditulis dalam satu kolom pada tiap halaman.
- Naskah diketik menggunakan Microsoft Word for Windows dalam spasi 1,5 baris, tipe huruf Times New Roman ukuran 12. Karakter huruf pada Gambar dapat berbeda dari ketentuan ini.
- Teks dituliskan hanya rata kiri.
- Gunakan spasi tunggal (bukan ganda) sesudah tanda baca (titik, koma, titik dua, titik koma).
- Gunakan satuan Sistem Internasional (SI) untuk pengukuran dan penimbangan.
- Nama ilmiah organisme disesuaikan dengan kode nomenklatur internasional (*e.g. International Code of Zoological Nomenclature*). Nama genus dan spesies ditulis dalam huruf miring (*italic*).
- Angka yang lebih kecil dari 10 dieja, misal tujuh spesies ikan, tetapi tidak dieja bila diikuti oleh satuan baku, misal 3 kg. Nilai di atas sembilan ditulis dalam angka, kecuali pada awal kalimat.
- Tidak menggunakan garis miring (sebagai ganti kata per), tetapi menggunakan 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 menggunakan 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.

#### 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. Khusus penulis untuk berkorespondensi disertai alamat surat elektronik.

**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 di-harapkan atau anomali perlu dijelaskan. Penggunaan pustaka primer mutakhir (10 tahun terakhir) sangat dianjurkan. Jika dimungkinkan, sitir ide atau gagasan yang dimuat pada JII terbitan terdahulu terkait dengan topik anda.

**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. *Prosi-*

*ding Seminar Nasional Ikan VI*. Bogor 8-9 Juni 2010. Masyarakat Iktiologi Indonesia. Cibinong. 612 p.

- Kutipan terbatas hasil yang tak dipublikasikan, pekerjaan yang dalam penyiapan, pekerjaan yang baru diusulkan, atau komunikasi pribadi hanya dibuat dalam teks, di luar Daftar Pustaka.

- Artikel dan buku yang belum dipublikasikan dan sedang dalam proses pencetakan diberi tambahan "*in press*".

Khusus artikel ulasan balik suatu topik dan resensi buku tidak perlu mengikuti sistematika penulisan di atas.



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Cathrine Ferlianova Leuwol, Djamar Tumpal Floranthus Lumban Batu, Ridwan Affandi</b> Uji toksisitas akut insektisida karbamat terhadap ikan mas, <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758 [Acute toxicity test of carbamate insecticide on common carp, <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758] . . . . .                                                                                                                              | 191 |
| <b>Rani Ekawaty, Irwan Jatmiko</b> Biologi reproduksi ikan tongkol komo, <i>Euthynnus affinis</i> (Cantor, 1849) di Samudra Hindia Bagian Timur [Reproductive biology of kawakawa, <i>Euthynnus affinis</i> (Cantor, 1849) in Eastern Indian Ocean]. . . . .                                                                                                                                                                          | 199 |
| <b>Muhammad Dailami, Darma Santi, Murthihapsari, Hermawaty Abubakar, Abdul Hamid A. Toha</b> Analisis genetik fragmen gen sitrokrom oksidase sub unit 1 dari <i>Cirrhilabrus cf. ryukyuensis</i> Ishikawa 1904 (Labridae) asal Teluk Cenderawasih dan Raja Ampat [Genetic analysis of cytochrome oxidase sub unit 1 gene fragment from <i>Cirrhilabrus cf. ryukyuensis</i> (Labridae) from Cenderawasih Bay and Raja Ampat] . . . . . | 209 |
| <b>Friesland Tuapetel, Delly D.P. Matrutty, Welem Waileruny</b> Keanekaragaman sumber daya ikan demersal di perairan Pulau Ambon [Diversity of demersal fish resources in Ambon Island waters]. . . . .                                                                                                                                                                                                                               | 223 |
| <b>Sri Endah Purnamaningtyas, Didik Wahyu Hendro Tjahjo, Amula Nurfiarini</b> Iktiofauna di Danau Lindung Keliling dan Danau Lindung Pangelang Kabupaten Kapuas Hulu [Ichthyofauna in Keliling and Pangelang Protected Lakes, Kapuas Hulu Regency] . . . . .                                                                                                                                                                          | 241 |
| <b>Adam Robisalmi, Priadi Setyawan, Bambang Gunadi</b> Evaluasi produksi larva dan keragaan pertumbuhan benih ikan nila merah NIFI F1 selama fase pendederan [Evaluation of larvae production and growth of juvenile red tilapia NIFI F1 during the nursery phase]. . . . .                                                                                                                                                           | 251 |
| <b>Yusrizal Akmal, Ilham Zulfahmi, M. F. Rahardjo</b> Morfologi tulang anggota gerak ( <i>ossa appendicularis</i> ) ikan keureling, <i>Tor tambroides</i> (Bleeker, 1854) [Morphology of appendicular skeleton of the Thai mahseer's <i>Tor tambroides</i> (Bleeker, 1854)] . . . . .                                                                                                                                                 | 261 |
| <b>Nyoman Dati Pertami, M.F. Rahardjo, Ario Damar, I.W. Nurjaya</b> Morphoregression and length-weight relationship of Bali sardinella, <i>Sardinella lemuru</i> Bleeker 1853 in Bali Strait Waters [Morforegresi dan hubungan panjang bobot ikan lemuru, <i>Sardinella lemuru</i> Bleeker 1853 di perairan Selat Bali] . . . . .                                                                                                     | 275 |
| <b>Victor P. H. Nikijuluw</b> Biodiversity conservation of coastal fish of Indonesia [Konservasi keanekaragaman hayati ikan pantai di Indonesia] . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                            | 285 |

