

p ISSN 1693-0339
e ISSN 2579-8634

Jurnal Iktiologi Indonesia

(Indonesian Journal of Ichthyology)

Volume 18 Nomor 2 Juni 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 2 Juni 2018

Dewan Penyunting

Ketua	: M. F. Rahardjo
Anggota	: Agus Nuryanto Ahmad Zahid Angela Mariana Lusiastuti Charles P.H. Simanjuntak Djumanto Endi Setiadi Kartamihardja Haryono Kadariusman Lenny S. Syafei Lies Emmawati Hadie Renny K. Hadiaty Sharifuddin bin Andy Omar Teguh Peristiwady Wartono Hadie
Tata letak	: Reiza Maulana A

Alamat Dewan Penyunting:

Gd. Widyasatwaloka, Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Jln. Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong 16911
Laman: www.iktiologi-indonesia.org
Laman: jurnal-iktiologi.org
Surel: iktiologi_indonesia@yahoo.co.id

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



Lentipes mekonggaensis Keith & Hadiaty 2014
(Foto oleh Renny K Hadiaty)

Percetakan: CV. Rajawali Corporation

Prakata

Terbitnya Jurnal Iktiologi Indonesia nomor ini bertepatan dengan hari Idul Fitri. Pada kesempatan ini perkenankan kami Dewan Penyunting JII menyampaikan kepada para pembaca JII yang merayakannya: Selamat Idul Fitri 1 Syawal 1439 H, Mohon maaf lahir dan batin.

Edisi nomor ini dibuka dengan tulisan Jusmaldi dan Hariani tentang hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan wader bintik dua, *Barbodes binotatus* di Sungai Barambai, Kalimantan Timur. Mereka menyimpulkan bahwa populasi ikan dalam kondisi baik, dan ikan jantan memiliki kondisi lebih baik daripada ikan betina.

Berdasarkan hasil identifikasi jenis-jenis ikan hasil tangkapan nelayan, Khaerudin *et al.* melaporkan terdapat 49 jenis ikan dari 11 ordo dan 33 famili di Kecamatan Tungkal Ilir, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi. Alat tangkap dan daerah jelajah menjadi faktor penting banyaknya keanekaragaman jenis ikan hasil tangkapan nelayan.

Limbah industri senantiasa menjadi pembicaraan karena sering mencemari lingkungan. Satu diantaranya adalah industri penyamakan kulit yang proses pengolahan limbahnya masih menjadi masalah. Arfiati *et al.* menganalisis nilai LC₅₀–96 jam limbah cair penyamakan kulit dan insektisida *piretroid* berbahan aktif *deltametrin* terhadap mortalitas benih ikan mas (*Cyprinus carpio* L.). Laporan mereka akan hal tersebut dituangkan dalam edisi kali ini.

Dua tulisan terkait dengan morfologi dan anatomi ikan disajikan pada edisi ini. Yang pertama, Zulfahmi *et al.* menguraikan tentang morfologi tulang belakang (*ossa vertebrae*) ikan keureling (*Tor tambroides*). Yang kedua, Wujdi *et al.* memeriakan indeks bentuk otolit ikan cakalang, *Katsuwonus pelamis* dari Samudra Hindia.

Ikan gapi, *Poecilia reticulata* merupakan ikan hias air tawar yang memiliki variasi warna yang indah, terutama ikan jantan. Saputra *et al.* menuliskan laporan terkait penelitian mereka tentang upaya penjantanan ikan gapi (*Poecilia reticulata*) dengan memberikan ekstrak jeroan teripang pasir.

Tarum merupakan bahan pakan sumber protein tinggi. Pangentasari *et al.* mengevaluasi kandungan nutrisi tepung daun tarum *Indigofera zollingeriana* yang difermentasi dan pencernaan nutriennya pada benih ikan jelawat *Leptobarbus hoevenii*.

Artikel penutup edisi ini berupa ulasan balik tentang status taksonomi iktiofauna endemik di perairan tawar Sulawesi. Artikel ini ditulis oleh Hadiaty. Disebutkan bahwa 68 spesies ikan endemik menghuni danau dan sungai di pulau Sulawesi. Diharapkan, artikel ini dapat memberikan informasi bagi mereka yang sedang meneliti iktiofauna di Pulau Sulawesi, terutama tentang nama sah ikan dan informasi museum tempat disimpannya spesimen tipe ikan asli Indonesia.

Penyunting

Hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan wader bintik dua *Barbodes binotatus* (Valenciennes, 1842) di Sungai Barambai Samarinda Kalimantan Timur

[Length-weight relationship and condition factor of spotted barb *Barbodes binotatus* (Valenciennes, 1842) in Barambai River Samarinda East Kalimantan]

Jusmaldi✉, Nova Hariani

Program Studi Biologi FMIPA Universitas Mulawarman Samarinda
Jln. Barong Tongkok, Kampus Gunung Kelua Samarinda 75123

Diterima: 05 November 2017; Disetujui: 20 Maret 2018

Abstrak

Biologi ikan wader bintik dua *Barbodes binotatus* (Valenciennes, 1842) di Sungai Barambai, Kalimantan Timur belum diketahui. Penelitian ini bertujuan menganalisis ukuran ikan, nisbah kelamin, hubungan panjang bobot, dan faktor kondisi. Total 347 sampel ikan dikumpulkan dengan menggunakan berbagai alat tangkap di Sungai Barambai dari bulan Agustus sampai Oktober 2017. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang total ikan berkisar dari 45,67 sampai 146,01 mm dan bobot tubuh berkisar 1,27- 43,34 gram. Nisbah kelamin jantan dan betina 1: 1,12. Model hubungan panjang bobot ikan jantan $W = 1 \times 10^{-5} L^{3,063}$, ikan betina $W = 8 \times 10^{-6} L^{3,108}$, dan keseluruhan jenis ikan $W = 9 \times 10^{-6} L^{3,091}$. Faktor kondisi (K) ikan wader bintik dua berkisar antara 0,826 - 2,214 dan rata-rata 1,163.

Kata penting: hubungan panjang-bobot, faktor kondisi, wader bintik dua

Abstract

Biology of the spotted barb *Barbodes binotatus* (Valenciennes, 1842) in Barambai River, east Kalimantan is unknown. This study aimed to analyses sizes of fish, sex ratio, length-weight relationship and condition factor of the spotted barb. A total of 347 fish samples were collected by several gears in Barambai River from August to October 2017. The results of this research showed that the total length of the fish ranged from 45.67 to 146.01 mm and weight ranged from 1.27-43.34 g. The sex ratio of male and female were 1:1.12. The length-weight equations for males was $W = 1 \times 10^{-5} L^{3,063}$, $W = 8 \times 10^{-6} L^{3,108}$ for females, and $W = 9 \times 10^{-6} L^{3,091}$ for both sexes. The condition factor (K) for the spotted barb was ranged between 0.826 – 2.214 with mean value of 1.163.

Key word : length-weight relationship, condition factor, spotted barb

Pendahuluan

Ikan wader bintik dua, *Barbodes binotatus* (Valenciennes, 1842) adalah ikan air tawar anggota famili Cyprinidae, yang memiliki beberapa nama sinonim dalam literatur ilmiah seperti: *Puntius binotatus*, *Systomus binotatus*, *Capoeta binotata*, *Barbus maculatus* (Kottelat 2013, Jenkins *et al.* 2015). Ikan ini merupakan spesies asli Asia Tenggara yang tersebar luas di Laos, Vietnam, Kamboja, Myanmar, Brunei Darussalam, Malaysia, Filipina, Thailand dan Indonesia (Jenkins *et al.* 2015).

Di alam *B. binotatus* dapat ditemukan di sungai berarus deras, danau, sungai kecil di pe-

gunungan hingga ketinggian 2000 meter dari permukaan laut (Jenkins *et al.* 2015). Karena persebaran yang umum, ikan ini digunakan sebagai indikator lingkungan untuk menilai degradasi habitat atau kesehatan lingkungan (Isa *et al.* 2010; Zakeyudin *et al.* 2012), selain itu jenis ini juga dimanfaatkan sebagai ikan konsumsi dan ikan hias.

Pertumbuhan adalah perubahan panjang dan bobot ikan dari waktu ke waktu. Pertumbuhan ikan terkadang dapat bersifat positif (peningkatan ukuran) atau bersifat negatif (penurunan ukuran). Pertumbuhan positif adalah bagian dari perkembangan normal ikan sedangkan pertum-

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: aldi_jus@yahoo.co.id

buan negatif adalah kondisi sementara selama periode kekurangan makanan atau stres fisiologis. Banyak faktor yang memengaruhi pertumbuhan ikan. Faktor luar yang utama memengaruhi pertumbuhan seperti suhu air, kandungan oksigen terlarut, ammonia, salinitas, penyinaran dan lama penyinaran. Faktor-faktor tersebut berinteraksi satu sama lain dan bersama-sama dengan faktor-faktor lainnya seperti: kompetisi, jumlah dan kualitas makanan, umur dan tingkat kematian, serta kematangan kelamin (Crook & Gillanders 2013). Informasi tentang pertumbuhan dan umur ikan sangat penting dalam manajemen perikanan. Pola pertumbuhan dapat diketahui dengan melakukan analisis hubungan panjang bobot ikan, sedangkan umur ikan dapat ditentukan menggunakan frekuensi ukuran panjang ikan.

Analisis hubungan panjang bobot ikan digunakan untuk menentukan faktor kondisi yang mengacu pada tingkat kemontokan ikan (Fafuiye & Oluajo 2005), dan kesesuaian dengan lingkungan (Farzana & Saira 2008). Hubungan panjang bobot merupakan metode yang umum diterapkan di perikanan untuk penilaian stok (Hossain *et al.* 2012), survei dampak lingkungan, dan mengevaluasi kondisi ikan yang dipelihara di lingkungan budi daya (Olurin & Aderibigbe 2006, Kumar *et al.* 2013, Lim *et al.* 2013). Hubungan panjang bobot dan faktor kondisi relatif (FK) juga dapat digunakan untuk membandingkan kondisi ikan pada lokasi yang berbeda (Isa *et al.* 2010, Zakeyudin *et al.* 2012, Gerami *et al.* 2013). Analisis panjang bobot ikan sangat penting dilakukan untuk mengetahui kondisi biologi dan stok ikan agar mudah dilakukan pengelolaan keberlangsungan biodiversitas ikan (Rosli & Isa 2012). Selain itu, analisis panjang bobot ikan juga digunakan sebagai indikator biologis dari kondisi ekosistem perairan (Courtney *et al.* 2014).

Penelitian tentang ikan wader bintik dua, *Barbonymus binotatus* (Valenciennes, 1842) di alam masih belum banyak dilakukan. Beberapa penelitian yang terkait dengan spesies ikan ini telah dilakukan oleh beberapa peneliti seperti: morfologi (Vitri *et al.* 2012; Dorado *et al.* 2012), komparasi jenis pakan (Situmorang *et al.* 2013), hubungan panjang bobot (Lim *et al.* 2013), dan perkembangan telur (Iswahyudi *et al.* 2014). Menurut Tomkiewicz *et al.* (2003), tiap spesies ikan memiliki strategi yang berbeda dalam mempertahankan sintasan, bahkan ikan dalam spesies yang sama juga memiliki strategi yang berbeda bila berada pada kondisi lingkungan dan letak geografis yang berbeda.

Sungai Barambai terletak di kawasan hutan Barambai, Kecamatan Barambai Samarinda Utara, Samarinda. Kondisi sungai ini mulai mengalami ancaman degradasi akibat adanya kegiatan pembukaan lahan pertanian dan pertambangan batubara, sehingga hal ini dapat mengakibatkan terjadinya sedimentasi. Perairan yang keruh tidak disukai organisme perairan karena mengganggu sistem pernafasan, sehingga menghambat pertumbuhan dan perkembangan. Menurut Kjelland *et al.* (2015), kekeruhan perairan dapat mengurangi masuknya cahaya ke dalam air dan mengurangi proses fotosintesis tumbuhan air, akibatnya memengaruhi kadar oksigen terlarut. Selanjutnya dikatakan kekeruhan air juga dapat menyebabkan pengaruh biologis pada organisme perairan seperti gangguan ruaya dan pemijahan, pola pergerakan, pengaruh subletal (kerentanan terhadap penyakit, pertumbuhan, dan perkembangan), penurunan keberhasilan penetasan telur serta kematian.

Ikan wader bintik dua merupakan spesies ikan yang terdapat di Sungai Barambai. Informasi mengenai aspek biologi ikan wader bintik dua di sungai ini belum diketahui. Berdasarkan hal

tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis sebaran ukuran, nisbah kelamin, pola pertumbuhan dan faktor kondisi ikan wader bintik dua di Sungai Barambai, Samarinda Utara.

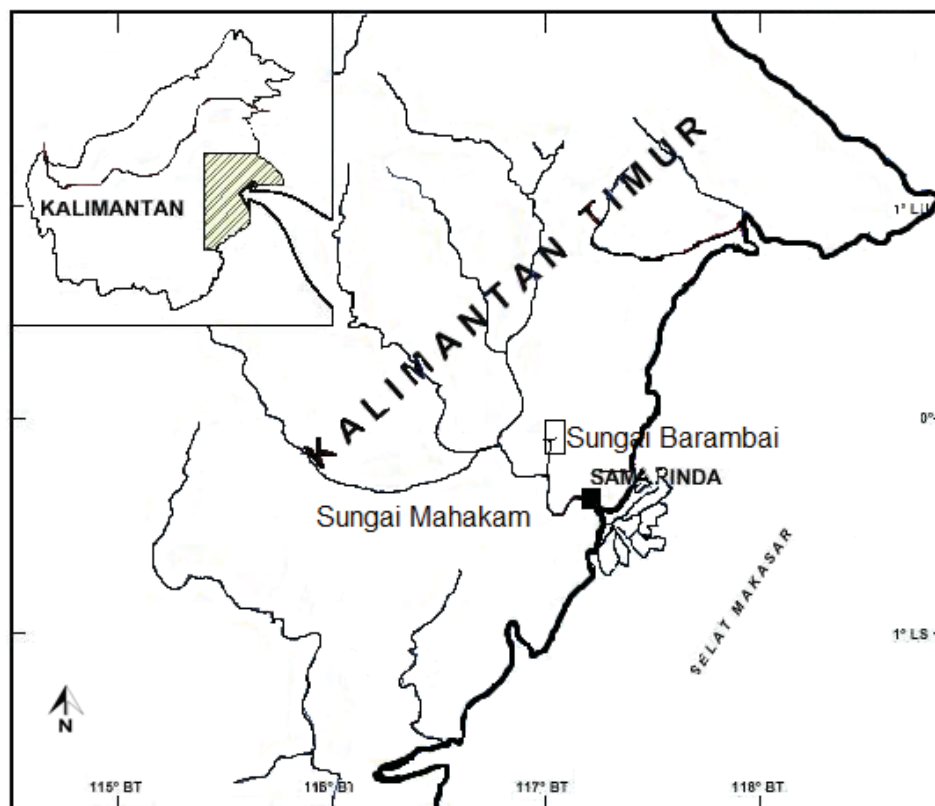
Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Agustus sampai Oktober 2017. Pengumpulan sampel ikan dilakukan di sepanjang aliran Sungai Barambai (Koordinat 117° 11' 42,93" Bujur Timur dan 00° 20' 00,83" Lintang Selatan) (Gambar 1). Analisis sebaran frekuensi kelompok ukuran panjang ikan, nisbah kelamin, pola pertumbuhan, dan faktor kondisi dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas MIPA Universitas Mulawarman Samarinda.

Penangkapan ikan dilakukan setiap bulan di sepanjang aliran Sungai Barambai menggunakan beberapa alat tangkap: jaring insang eksperimental, perangkap ikan (bubu), dan mata kail merk Vfox Chinu Plus nomor 5. Jaring insang eksperimental berukuran mata jaring 0,5 dan 1 inci dengan panjang 10 m dan tinggi 1 m. Sebanyak enam jaring insang dipasang selama dua hari dan diperiksa setiap 2 jam sekali. Alat perangkap bubu sebanyak 10 buah dipasang selama dua hari dua malam. Jumlah ikan yang dikoleksi sebanyak yang didapatkan pada setiap bulan.

Seluruh ikan wader bintik dua yang tertangkap ditampung dalam ember. Contoh ikan difoto menggunakan kamera merk Cannon, kemudian diawetkan di dalam alkohol 95% untuk koleksi spesimen.

Pengumpulan dan pengawetan ikan



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel ikan di Sungai Barambai Samarinda Utara

Pengukuran, penimbangan, dan penentuan jenis kelamin ikan

Pengukuran panjang total ikan dilakukan dari ujung kepala terdepan (ujung rahang terdepan) sampai dengan ujung sirip ekor paling belakang. Pengukuran panjang total menggunakan kaliper digital berketelitian 0,01 mm. Penimbangan bobot tubuh ikan menggunakan timbangan digital berketelitian 0,01 gram.

Penentuan jenis kelamin dilakukan dengan melihat morfologi gonad. Ikan dibedah mulai dari anus sampai tutup insang dengan menggunakan alat bedah. Jenis kelamin jantan dicirikan dengan gonad berwarna putih susu, sedangkan jenis kelamin betina dicirikan dengan telur berwarna kuning tua. Selanjutnya data panjang, bobot, dan jenis kelamin ikan dicatat dan digunakan untuk menganalisis sebaran frekuensi berdasarkan kelompok ukuran panjang ikan, nisbah kelamin, pola pertumbuhan, dan faktor kondisi.

Sebaran frekuensi ditentukan berdasarkan kelompok ukuran panjang ikan dilakukan dengan menentukan jumlah kelompok ukuran, menentukan lebar kelas setiap kelompok ukuran, menentukan batas bawah kelompok ukuran yang pertama dan kelompok ukuran berikutnya yang dilakukan dengan cara menambahkan lebar kelas dikurangi satu.

Analisis data

Penentuan jumlah kelompok ukuran ikan ditentukan menggunakan rumus:

$$n = 1 + 3,32 \log N$$

Keterangan: N= jumlah kelompok ukuran, N= jumlah total ikan

Penentuan lebar kelas setiap kelompok ukuran ikan ditentukan menggunakan rumus:

$$C = \frac{a - b}{n}$$

Keterangan: C= lebar kelas, a= panjang maksimum ikan, b= panjang minimum ikan, n= jumlah kelompok ukuran

Keseimbangan nisbah kelamin antara ikan jantan dan ikan betina dirumuskan sebagai berikut:

$$P_j = \frac{A}{B} \times 100$$

Keterangan: P_j = nisbah kelamin jantan atau betina (%), A= jumlah jenis kelamin ikan (jantan atau betina) (individu), B= jumlah total individu ikan yang ada (individu).

Nisbah kelamin antara ikan jantan dan ikan betina dari populasi ikan tersebut diuji kembali dengan menggunakan uji *Chi-Square* (X^2). Analisis ini dilakukan dengan bantuan program Microsoft Excel, sehingga keseimbangan populasinya dapat ditentukan (Steel & Torrie 1993). Rumus uji *Chi-Square* sebagai berikut:

$$X^2 = \frac{\sum (o_i - e_i)^2}{e_i}$$

Keterangan: X^2 = nilai bagi peubah acak yang sebaran penarikan contohnya menghampiri sebaran *Chi-Square*, O_i = jumlah frekuensi ikan jantan dan ikan betina yang teramati, e_i = jumlah frekuensi harapan dari ikan jantan dan ikan betina.

Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0 = 1$; proporsi ikan jantan dan ikan betina ideal di perairan.

$H_1 > 1$; proporsi ikan jantan dan ikan betina tidak ideal di perairan.

Hubungan panjang bobot ditentukan dengan rumus:

$$W = aL^b$$

Keterangan: W= bobot (gram), L= panjang total (mm), a= *intercept*, b= *slope*.

Pola pertumbuhan ditentukan dari nilai konstanta b (*slope*) yang diperoleh dari perhitungan panjang dan bobot melalui hipotesis sebagai berikut:

H_0 : bila nilai b=3, pola pertumbuhan bersifat isometrik (pertumbuhan panjang sama dengan pertumbuhan bobot).

H_1 : bila nilai $b \neq 3$, pola pertumbuhan bersifat allometrik, yaitu:

- bila nilai $b > 3$, allometrik positif (pertumbuhan bobot lebih dominan).
- bila nilai $b < 3$, allometrik negatif (pertumbuhan panjang lebih dominan).

Hipotesis tersebut kemudian diuji menggunakan uji statistik sebagai berikut:

$$t_{hitung} = \left[\frac{b-3}{S_b} \right]$$

S_b adalah galat baku dugaan b yang dihitung dengan rumus berikut:

$$S_b^2 = \frac{S^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

Nilai t_{hitung} kemudian dibandingkan dengan nilai t_{tabel} pada selang kepercayaan 95% dan keputusannya adalah sebagai berikut:

- jika $t_{hitung} > t_{tabel}$, tolak hipotesis nol (H_0).
- Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$, terima hipotesis nol (H_0).

Faktor kondisi (K) ditentukan berdasarkan panjang dan bobot ikan. Jika pola pertumbuhan allometrik dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Faktor kondisi ikan dengan pertumbuhan isometrik ($b=3$) dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Keterangan: K = faktor kondisi, W = bobot ikan (gram), L = panjang total ikan (mm), a = *intercept*, b = *slope*

Hasil

Ikan yang tertangkap di Sungai Barambai dari bulan Agustus hingga Oktober 2017 ber-

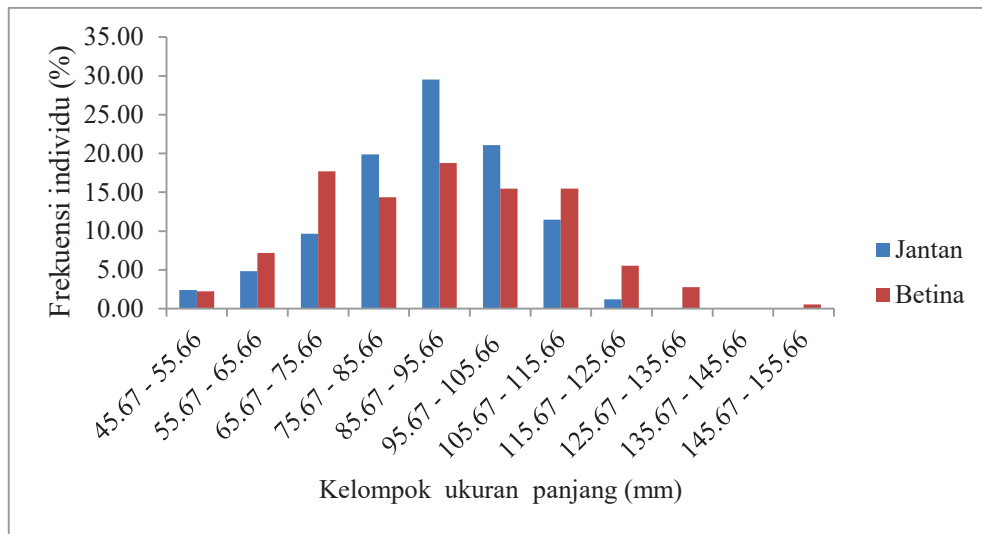
jumlah 347 ekor, terdiri atas 166 ekor jantan (47,84%) dan 181 ekor betina (52,16%) (Tabel 1). Ukuran panjang total dan bobot ikan yang tertangkap selama penelitian mempunyai kisaran panjang total 45,67 – 146,01 mm dan bobot 1,27 – 43,34 gram. Berdasarkan jenis kelamin, ikan jantan memiliki kisaran panjang dan bobot 50,16 – 120,28 mm dan 2,02 – 21,32 gram, sedangkan ikan betina dengan kisaran 45,67 – 146,01 mm dan 1,27 – 43,34 gram.

Berdasarkan perhitungan kisaran panjang total didapatkan sebelas kelompok ukuran ikan (Gambar 2). Hasil sebaran frekuensi kelompok ukuran panjang menunjukkan bahwa ikan jantan dan betina lebih banyak terdapat pada kelompok kisaran panjang antara 85,67 – 95,66 mm dan frekuensi jumlah individunya tidak seimbang, yaitu pada ikan jantan sebesar 29,52% dan ikan betina sebesar 18,78%.

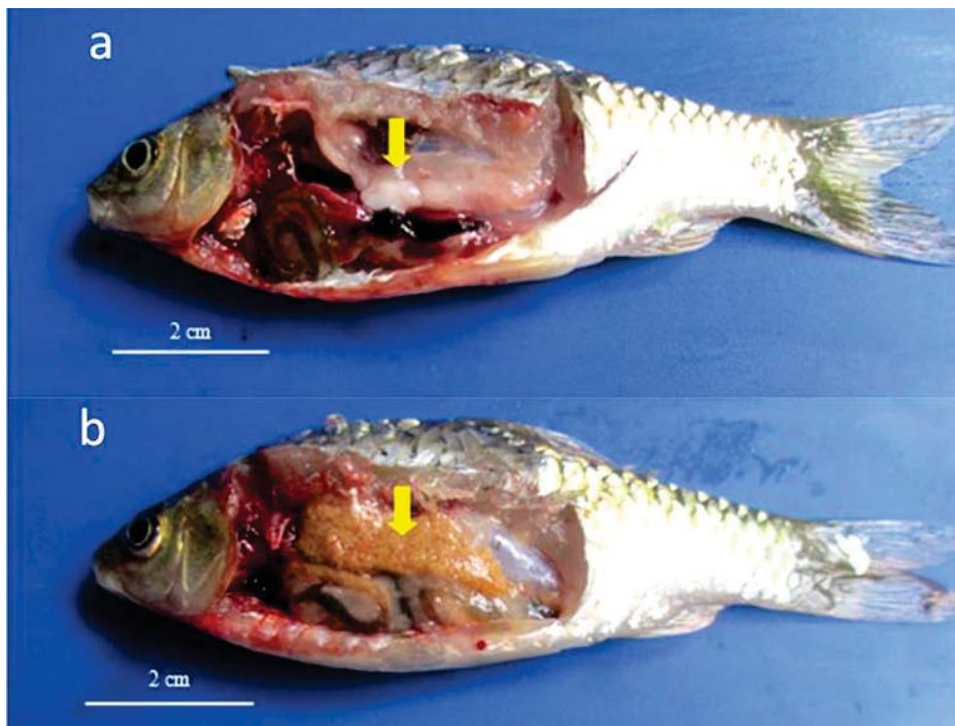
Hasil pemeriksaan jenis kelamin menunjukkan bahwa gonad ikan jantan dicirikan dengan gonad berwarna putih susu, sedangkan gonad ikan betina dicirikan dengan telur berwarna kuning tua (Gambar 3). Nisbah kelamin ikan jantan dan betina secara keseluruhan adalah 166 : 181 atau 1 : 1,12. Berdasarkan hasil uji *Chi-square* terhadap nisbah kelamin jantan dan betina, diperoleh nisbah kelamin tidak berbeda nyata dengan taraf 95% $X^2_{hit}(0,65) < X^2_{tabel}(db=1)(5,02)$ dari pola 1:1 (50% jantan dan 50% betina) atau nisbah kelamin dalam kondisi seimbang atau ideal.

Tabel 1. Jumlah, kisaran panjang total dan bobot ikan wader bintik dua yang tertangkap di Sungai Barambai pada bulan Agustus – Oktober 2017

Bulan	Jantan			Betina		
	n (ekor)	Panjang (mm)	Bobot (gram)	n (ekor)	Panjang (mm)	Bobot (gram)
Agustus	46	55,70 - 114,63	2,14 - 21,32	60	51,33 - 133,74	1,68 - 30,02
September	34	50,16 - 106,52	2,20 - 15,45	44	45,67 - 131,11	1,27 - 31,15
Oktober	86	56,64 - 120,28	2,02 - 14,29	77	60,60 - 146,01	3,69 - 43,34
N Total	166	50,16 - 120,28	2,02 - 21,32	181	45,67 - 146,01	1,27 - 43,34



Gambar 2. Sebaran frekuensi ikan wader bintik dua jantan dan betina pada setiap kelompok ukuran panjang di Sungai Barambai pada bulan Agustus – Oktober 2017



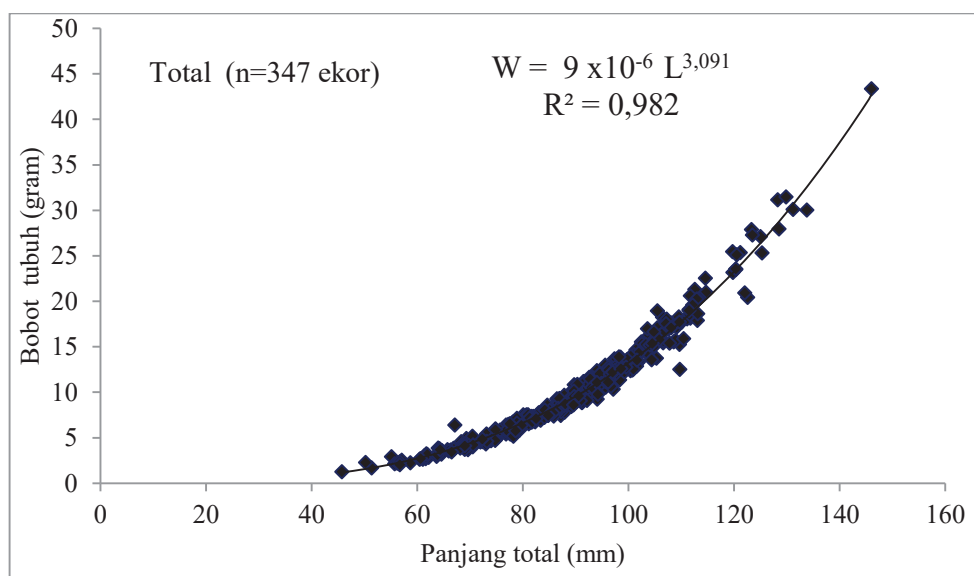
Gambar 3. Morfologi gonadikan wader bintik dua (a) ikan jantan dan (b) ikan betina

Data panjang dan bobot ikan wader bintik dua dianalisis regresi untuk mengetahui hubungannya. Dari total sampel diperoleh model regresi hubungan panjang total (L) dan bobot (W) adalah $W = 9 \times 10^{-6} L^{3,091}$ dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,991 (Gambar 4).

Pendugaan pola pertumbuhan ikan dilakukan dengan menguji nilai b sama dengan 3 menggunakan uji-t pada selang kepercayaan 95%. Berdasarkan hasil pengujian nilai b dengan uji t diperoleh bahwa ikan wader bintik dua mempunyai

nilai b tidak sama dengan 3 ($t_{hit} 4,120 > t_{tab} 2,251$) dan nilai b lebih besar dari 3. Ini menunjukkan bahwa pola pertumbuhan ikan bersifat allometrik positif yang berarti pertumbuhan bobot ikan lebih dominan daripada pertumbuhan panjang.

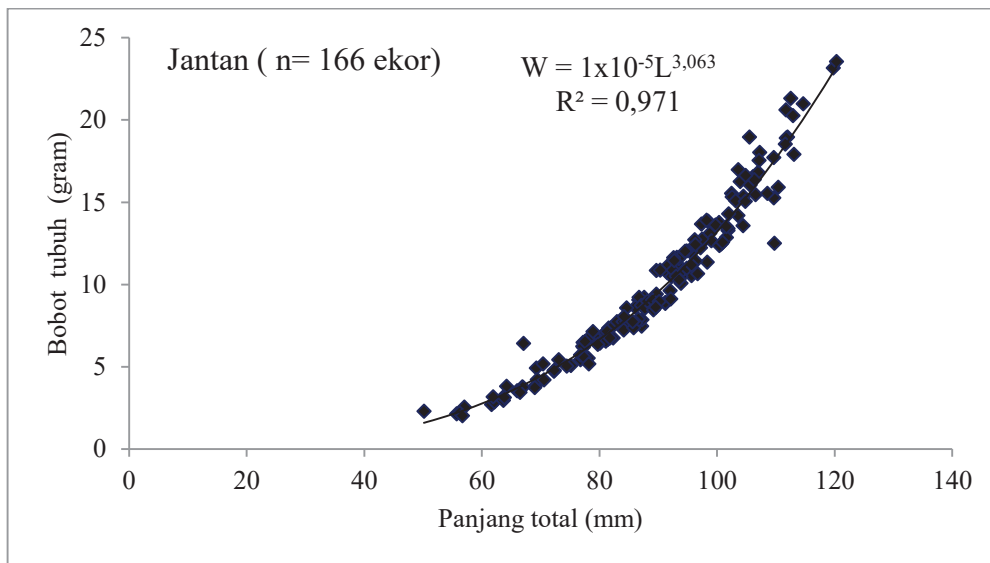
Berdasarkan jenis kelamin model persamaan regresi dari hubungan panjang total (L) dan bobot (W) ikan jantan dan betina berturut-turut adalah $W = 1 \times 10^{-5} L^{3,063}$ dan $W = 8 \times 10^{-6} L^{3,108}$ (Tabel 2, Gambar 5 dan 6).



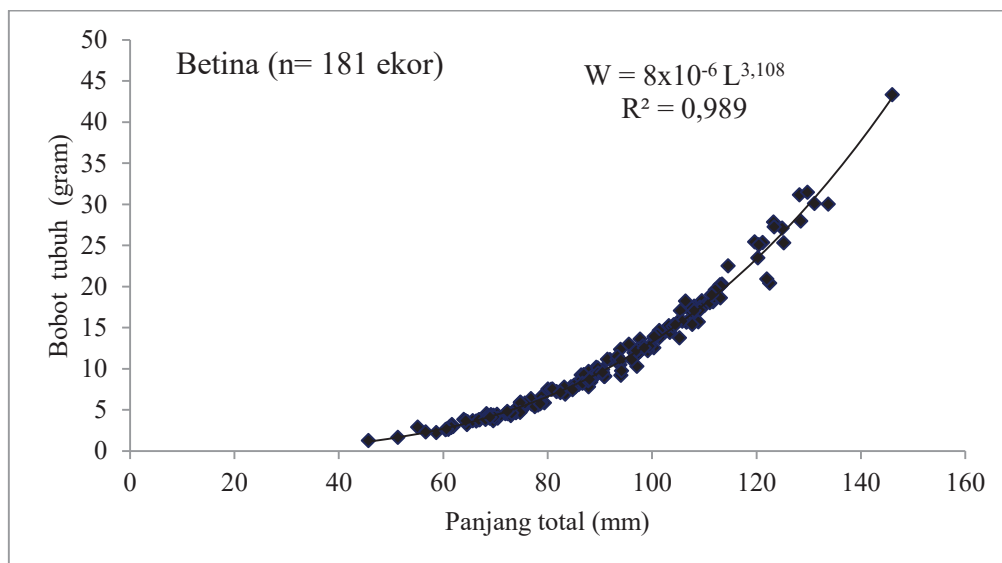
Gambar 4. Model regresi hubungan panjang bobot ikan wader bintik dua di Sungai Barambai pada bulan Agustus – Oktober 2017

Tabel 2. Analisis hubungan panjang-bobot ikan wader bintik dua di Sungai Barambai pada bulan Agustus – Oktober 2017

Parameter	Jantan	Betina
Jumlah ikan (Nekor)	166	181
Kisaran panjang (mm)	50,16 – 120,28	45,67 - 146,01
a (intercept)	1×10^{-5}	8×10^{-6}
b (slope)	3,063	3,108
R ² (koefisien determinasi)	0,971	0,989
r (koefisien korelasi)	0,985	0,994
Uji nilai b sama dengan 3, t_{hit}	1,532	4,436
T _{tabel} taraf kepercayaan 95%	2,226	2,260



Gambar 5. Model regresi hubungan panjang bobot *B. binotatus* jantan di Sungai Barambai pada bulan Agustus – Oktober 2017



Gambar 6. Model regresi hubungan panjang bobot *B. binotatus* betina di Sungai Barambai pada bulan Agustus – Oktober 2017

Hasil analisis regresi hubungan panjang bobot ikan untuk masing-masing jenis kelamin diperoleh nilai koefisien korelasi (r) yakni 0,985 pada ikan jantan dan 0,994 pada ikan betina. Ikan jantan memiliki nilai b sebesar 3,063, sedangkan pada ikan betina memiliki nilai b sebesar 3,108. Hasil pengujian nilai b dengan uji t diperoleh bahwa ikan jantan mempunyai nilai b sama dengan 3 ($t_{hit} 1,532 < t_{tab} 2,26$) yang menunjukkan

pola pertumbuhan ikan jantan adalah bersifat isometrik (pertumbuhan bobot sama cepat dengan pertumbuhan panjang). Pada ikan betina mempunyai nilai b tidak sama dengan 3 ($t_{hit} 4,436 > t_{tab} 2,260$) dan nilai b besar dari 3, ini menunjukkan bahwa pola pertumbuhan ikan betina bersifat allometrik positif (pertumbuhan bobot lebih dominan daripada pertumbuhan panjang). Nilai *intercept* (koefisien a) pada ikan jantan dalam

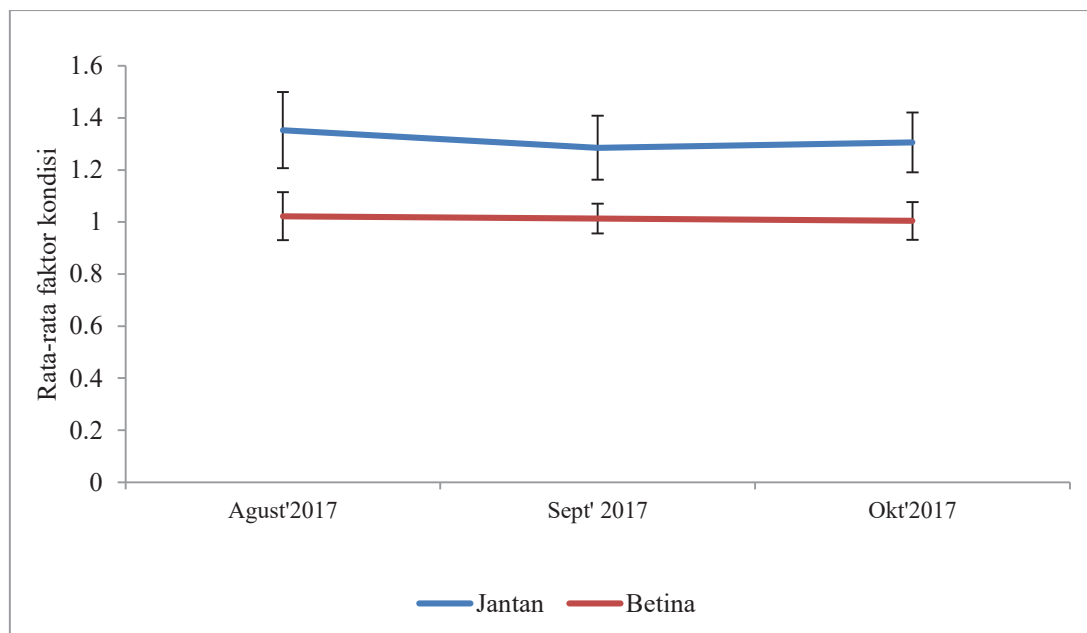
penelitian ini memiliki nilai yang lebih besar daripada ikan betina. Hal ini mengindikasikan bahwa ikan jantan lebih berat daripada ikan betina pada ukuran panjang yang sama.

Perhitungan faktor kondisi ikan secara total pada jenis kelamin jantan dan betina digunakan faktor kondisi relatif/nisbi (K_n). Secara total nilai faktor kondisi ikan diperoleh berkisar antara 0,826 – 2,214 dengan nilai rata-rata 1,163. Berdasarkan jenis kelamin, nilai rata-rata faktor kondisi pada ikan jantan yang dihitung lebih besar daripada ikan betina (Tabel 3).

Berdasarkan nilai rata-rata faktor kondisi ikan yang dihitung pada setiap bulannya, faktor kondisi ikan jantan yang diperoleh selalu lebih tinggi daripada ikan betina (Gambar 7). Pada ikan jantan rata-rata nilai faktor kondisi pada bulan Agustus sebesar 1,353 dan mengalami penurunan pada bulan September sebesar 1,285 dan meningkat pada bulan Oktober sebesar 1,305. Pada ikan betina diperoleh nilai faktor kondisi relatif stabil selama bulan penangkapan yaitu sebesar 1,022 pada bulan Agustus, 1,013 pada bulan September dan 1,004 pada bulan Oktober.

Tabel 3. Nilai faktor kondisi (K_n) ikan wader bintik dua berdasarkan jenis kelamin di Sungai Barambai pada bulan Agustus – Oktober 2017

Jenis kelamin	Faktor kondisi (K_n)		
	Kisaran	Rataan	Simpangan baku
Jantan	0,947 – 2,214	1,315	0,12
Betina	0,826 – 1,415	1,012	0,07
Total	0,826 – 2,214	1,163	0,09



Gambar 7. Rata rata faktor kondisi ikan wader bintik dua di Sungai Barambai pada bulan Agustus – Oktober 2017

Pembahasan

Panjang total dan bobot ikan wader bintik dua yang ditemukan pada penelitian ini sedikit berbeda jika dibandingkan dengan laporan dari beberapa peneliti. Escote & Jumawan (2017) melaporkan panjang total dan bobot *B. binotatus* dari Sta. Ana Dam, Nabunturan, Lembah Compostela, Filipina berkisar dari 82-153 mm dan 11-61 gram, sedangkan Lim *et al.* (2013) melaporkan panjang total dan bobot *B. binotatus* di kolam budidaya berkisar dari 40 – 95,5 mm dan 0,7 – 11,23 gram. Menurut data *fishbase*, panjang maksimal *B. binotatus* dapat mencapai 200 mm (Froese & Pauly 2017). Berbedanya ukuran panjang total dan bobot ikan diduga akibat adanya perbedaan kondisi lingkungan perairan dan sumber makanan. Li & Gelwick (2005) menyatakan ketersediaan sumber makanan alami dan heterogenitas habitat memberikan kondisi lingkungan yang lebih baik untuk pertumbuhan ikan.

Nisbah kelamin ikan jantan dan betina yang diperoleh dari Sungai Barambai relatif seimbang. Jika dibandingkan dengan penelitian lainnya nisbah kelamin dapat berbeda bergantung kepada spesies. Lim *et al.* (2013) menemukan nisbah kelamin jantan : betina seimbang yaitu 1 : 1,16 pada spesies *Puntius binotatus*; Bhuiyan *et al.* (2000) menemukan nisbah kelamin tidak seimbang yaitu 1: 0.90 pada spesies *Barbodes gonionotus*; Beevi & Ramachandran (2005) juga mencatat nisbah kelamin tidak seimbang yaitu 1 : 2,28 pada spesies *Puntius vittatus*.

Menurut beberapa peneliti, perbedaan faktor lingkungan dapat memengaruhi nisbah kelamin. Baroiller *et al.* (2009) menyatakan faktor lingkungan yang dapat memengaruhi perbedaan dalam dominasi jenis kelamin berbagai spesies ikan terutama adalah suhu, selain kepadatan populasi, pH, dan kondisi hipoksia. Shang *et al.* (2006) menyatakan hipoksia atau kadar oksigen

terlarut rendah berpengaruh pada perkembangan seksual dan diferensiasi seks yang menyebabkan dominasi jenis kelamin jantan dalam populasi. Menurut Ball & Rao (1984), untuk mempertahankan kelangsungan hidup dalam suatu populasi, perbandingan jantan dan betina diharapkan berada dalam kondisi seimbang, setidaknya ikan betina lebih banyak. Nisbah kelamin di alam sering terjadi penyimpangan dari kondisi ideal. Hal ini disebabkan oleh adanya pola tingkah laku bergerombol antara ikan jantan dan betina, kondisi lingkungan, dan faktor penangkapan.

Berdasarkan kelompok ukuran panjang, ikan jantan dan betina lebih banyak ditemukan pada kelompok kisaran panjang antara 85,67 – 95,66 mm dan frekuensi individunya didominasi oleh ikan jantan. Banyaknya ikan yang tertangkap pada kelompok ukuran tersebut diduga ikan jantan dan betina dalam ukuran yang hampir sama dalam kondisi kali pertama matang gonad dan berkumpul pada lokasi yang sama pada waktu memijah, sehingga menyebabkan peluang tertangkapnya sama. Laporan Solomon *et al.* (2011) mendapatkan ukuran kali pertama ikan matang gonad pada ikan *Puntius denisonii* tidak jauh berbeda, pada ikan jantan berkisar $85,33 \pm 1,52$ mm dan pada ikan betina berkisar $95,66 \pm 1,15$ mm. Menurut Axelrod & Schultz (1983), *B. binotatus* yang siap untuk memijah, ikan jantan dan betina akan menuju suatu tempat, kemudian telur yang dikeluarkan akan menempel pada tumbuhan air dan substrat.

Nilai koefisien korelasi hubungan panjang bobot dalam penelitian ini mendekati satu menunjukkan bahwa pertambahan bobot ikan akan memengaruhi pertambahan panjangnya. Nilai koefisien korelasi kuat kedua parameter ini juga dicatat oleh Ayoade & Ikulala (2007) dan Jama-bo *et al.* (2009), menyatakan bahwa pertambahan bobot badan proporsional dengan kenaikan pan-

jang ikan. Nilai b sebesar 3,091 dalam penelitian ini berada pada kisaran normal untuk pertumbuhan sebagian besar ikan. Umumnya, kebanyakan ikan memiliki nilai b berkisar antara 2-4 (Samat *et al.* 2008, Jamabo *et al.* 2009). Kisaran yang sama juga dilaporkan oleh Isa *et al.* (2010) pada *B. binonatus* dari Sungai Kerian di Peninsular Malaysia mendapatkan nilai b sebesar 4,106, sedangkan Zakeyudin *et al.* (2012) melaporkan nilai b *B. binonatus* yang tertangkap dari Sungai Kerian Atas dan Sungai Serdang sebesar 3,133 dan 3,507.

Pola pertumbuhan ikan wader bintik dua di Sungai Barambai yang bersifat allometrik positif merupakan bioindikator untuk kondisi lingkungan perairan yang sehat. Courtney *et al.* (2014) menyatakan model hubungan panjang bobot ikan berguna sebagai bioindikator kondisi ekosistem perairan yang sehat yang ditunjukkan oleh bobot ikan dari pada ukuran panjangnya.

Jika dibandingkan dengan pola pertumbuhan *B. binotatus* dari penelitian lainnya, Isa *et al.* (2010) mendapatkan pola pertumbuhan bersifat allometrik positif di Sungai Kerian Malaysia; Escote & Jumawan (2017) mendapatkan pola pertumbuhan bersifat allometrik negatif. Banyak faktor yang dapat memengaruhi pola pertumbuhan seperti musim, ketersediaan makanan, populasi, jenis kelamin, dan kondisi lingkungan (Fontoura *et al.* 2010). Selanjutnya menurut Idodo-Umeh (2005) intensitas makanan dan reproduksi berkaitan dengan ukuran dan tingkat pertumbuhan ikan.

Pada penelitian ini, pola pertumbuhan antara ikan jantan dan betina berbeda. Pola pertumbuhan yang berbeda antara jenis kelamin juga dilaporkan pada ikan *Puntius conchoni* (Shafi & Yousuf 2012) dan ikan betok *Anabas testudineus* (Ernawati *et al.* 2009). Menurut Bagenal & Braum (1978), adanya perubahan koefisien a

(*intercept*) dan b (*slope*) tidak hanya terjadi pada tingkat antarspesies, bahkan intraspesies. Hubungan panjang bobot akan berbeda menurut jenis kelamin, tingkat kematangan gonad, musim, bahkan waktu per harinya (karena perubahan tingkat kepenuhan lambung).

Lebih jauh dikatakan koefisien b dapat mengalami perbedaan karena tahap metamorfosis (ukuran) pertumbuhan, ukuran ikan kali pertama matang gonad, dan perbedaan lingkungan. Selama masa pertumbuhan, ikan biasanya akan melewati beberapa tahap, di mana masing-masing ukuran akan memiliki karakteristik hubungan panjang-bobot masing-masing. Kumary & Raj (2016) dalam penelitiannya pada ikan *Anabas testudineus* mendapatkan nilai ' b ' bervariasi antara 2,633 dan 3,201 dalam berbagai kategori ukuran panjang ikan. Pada ikan *Anabas testudineus* berukuran kecil dengan panjang 7 - 10 cm dan 10 - 13 cm didapat nilai $b = 2,630$ dan 2,686 berturut turut, atau nilai b lebih kecil daripada 3. Ini mengindikasikan bahwa ikan tersebut ramping pada saat ikan masih muda atau pola pertumbuhan isometrik. Pada ikan yang berukuran lebih besar dengan panjang 13 - 16 cm dan 16 - 19 cm didapat nilai $b = 3,136$ dan 3,200 berturut-turut yang mengindikasikan tubuh ikan itu lebih dominan bobotnya daripada panjang atau pola pertumbuhannya allometrik. Perubahan pola pertumbuhan allometrik pada ikan jantan dan betina menurut bulan penangkapan bersifat sementara. Ukuran ikan akan memengaruhi perubahan sementara pada bagian tubuh tertentu (misalnya sirip) dan kemontokan ikan terkait pertumbuhan, terutama ikan-ikan kecil pada tahap pertumbuhan (Effendie 2002).

Nilai rata-rata faktor kondisi yang ditemukan pada ikan jantan lebih besar daripada ikan betina, menunjukkan bahwa pada ukuran yang sama, ikan jantan cenderung lebih montok daripada

ikan betina. Perbedaan nilai faktor kondisi menurut jenis kelamin juga ditemukan oleh beberapa peneliti. Dar *et al.* (2012) menemukan perbedaan faktor kondisi antara jenis kelamin pada spesies *Schizopyge esocinus* yang mendiami Sungai Jhelum di Khasmir. Faktor kondisi rata rata ikan betina 0,96 lebih besar daripada ikan jantan 0,91. Selanjutnya mereka mengatakan bahwa bobot badan *Schizopyge* betina lebih besar dibandingkan dengan ikan jantan jika dikaitkan dengan ukuran panjangnya. Dalam studi tersebut juga diungkapkan bahwa adanya perbedaan faktor kondisi ikan *Schizopyge esocinus* berkaitan dengan indeks gonadosomatik, indeks gastroso-matik, faktor fisiologis, dan faktor lingkungan.

Dalam penelitian ini faktor kondisi ikan jantan pada bulan Agustus sebesar 1,35 dan mengalami penurunan pada bulan September sebesar 1,28 dan meningkat pada bulan Oktober sebesar 1,31. Pada ikan betina diperoleh nilai faktor kondisi relatif stabil selama bulan penangkapan. Penurunan faktor kondisi pada ikan jantan di bulan Agustus–Oktober diduga erat berkaitan dengan tahap kematangan gonad. Berdasarkan hasil pemeriksaan kematangan gonad, banyak ikan jantan ditemukan matang gonad selama bulan Oktober. Wootton (1979) menyatakan bahwa pertumbuhan ovarium dan pemijahan memiliki kaitan yang erat dengan penurunan pertumbuhan somatik atau faktor kondisi. Penurunan ini setara dengan besarnya energi yang diperlukan untuk memproduksi ovum. Menurut penelitian Jusmaldi *et al.* (2016), pada ikan lais *Ompok miostoma*, penurunan faktor kondisi juga terjadi seiring dengan adanya peningkatan kematangan gonad.

Fluktuasi faktor kondisi juga dilaporkan pada ikan tetet *Johnius belangerii* oleh Rahardjo & Simanjuntak (2008) yang menyatakan nilai faktor kondisi meningkat menjelang puncak mu-

sim pemijahan dan menurun setelah masa pemijahan. Selain itu dikatakan fluktuasi dan variasi nilai faktor kondisi pada ikan tetet juga disebabkan oleh fluktuasi ketersediaan makanan (kualitas maupun kuantitas) di perairan. Hal yang senada juga dilaporkan Tzikas *et al.* (2007) pada spesies *Trachurus mediterraneus*.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan wader bintik dua di Sungai Berambai yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan. Keberadaan populasi ikan dalam kondisi baik yang ditandai dengan pola pertumbuhan bersifat allometrik positif dan nisbah kelamin yang seimbang. Pola pertumbuhan ikan berdasarkan jenis kelamin berbeda, isometrik pada ikan jantan dan allometrik positif pada ikan betina. Ikan jantan memiliki kondisi yang lebih baik dibandingkan dengan ikan betina.

Persantunan

Terimakasih kami ucapkan kepada Bapak Dekan FMIPA Universitas Mulawarman, atas bantuan biaya penelitian melalui skim BOPTN Fakultas MIPA tahun 2017 dan Team Bioekologi *Barbodes* yang banyak membantu dalam pengambilan dan pengukuran sampel di lapangan.

Daftar pustaka

- Ayoade AA, Ikulala AOO. 2007. Length weight relationship, condition factor and stomach contents of *Hemichromis bimaculatus*, *Sarotherodon melanothron* and *Chromidotilapia guentheri* (Perciformes: Cichlidae) in Eleiyel Lake, Southwestern Nigeria. *Revista de Biología Tropical*, 55(3-4): 969-977.
- Axelrod H.R, Schultz LP. 1983. *Handbook of Tropical Aquarium Fishes*. TFH Publications, Inc. Ltd. Hongkong. 718 p.

- Bagenal TB, Braum E. 1978. Eggs and early life history. In: Bagenal T. (ed.). *Methods for Assessment of Fish Production in Freshwaters*. Blackwell, Oxford, England. pp. 165-201.
- Bal DV, Rao KV. 1984. *Marine Fisheries*. Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Ltd. New Delhi. 470 p.
- Baroiller JF, D'Cotta H, Saillant E. 2009. Environmental effects on fish sex determination and differentiation. *Sexual Development*, 3(2-3): 118-135.
- Beevi KSJ, Ramachandran A. 2005. Sex ratio in *Puntius vittatus* day in the freshwater bodies of Ernakulam District Kerala. *Zoos' Print Journal*, 20(9): 1989-1990.
- Bhuiyan AS, Nessa Q, Begum M. 2000. Fecundity and sex-ratio of Thai silver barb *Barbodes gonionotus* (Bleeker). *Bangladesh Journal of Fisheries Research*, 4(1): 97-99.
- Courtney Y, Courtney J, Courtney M. 2014. Improving weight-length relationship in fish to provide more accurate bioindicators of ecosystem condition. *Aquatic Science and Technology*, 2(2): 41-51.
- Crook DA, Gillanders BM. 2013. Age and growth. In: Humphries P, Walker K (ed) *Ecology of Australian Freshwater Fishes*. CSIRO Publishing, Australia. pp. 195-221.
- Dar SA, Najar AM, Balkhi MH, Rather MA, Sharma R. 2012. Length weight relationship and relative condition factor of *Schizopyge esocinus* (Heckel, 1838) from Jhelum River, Kashmir. *International Journal of Aquatic Science*, 3(1): 29-36.
- Dorado EL, Torres MAJ, Demayo CG. 2012. Sexual dimorphism in body shapes of the spotted barb fish, *Puntius binotatus* of Lake Buluan in Mindanao, Philippines. *AACL Bioflux*, 5(5): 321-329.
- Effendie MI. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 163 hlm.
- Ernawati Y, Kamal MM, Pellokila NAY. 2009. Biologi reproduksi ikan betok (*Anabas testudineus* bloch, 1792) di rawa banjiran Sungai Mahakam, Kalimantan Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 9(2): 113-127.
- Escote MJV, Jumawan JC. 2017. Length-weight relationship of fishes in Sta. Ana Dam, Nabunturan Compostela Valley, Philippines. *International Journal of Biosciences*, 11(3): 199-204.
- Fafuiye OO, Oluajo OA. 2005. Length-weight relationships of five fish species in Epe Lagoon, Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 4(7): 749-751.
- Farzana Y, Saira K. 2008. Length-weight relationship and relative condition factor for the halfbeak *Hemiramphus far* Forsskal, 1775 from the Karachi Coast. *The University Journal of Zoology*. Rajshahi University 27: 103-104
- Fontoura NF, Jesus AS, Larre GG, Porto JR. 2010. Can weight/length relationship predict size at first maturity? A case study with two species of Characidae. *Neotropical Ichthyology*, 8(4): 835-840.
- Froese R, Pauly D. Editors. 2017. FishBase. World wide web electronic publication. www.fishbase.org, version (07/2017).
- Gerami MH, Abdollahi D, Patimar R. 2013. Length-weight, length-length relationship and condition factor of *Garra rufa* in Cholvar River of Iran. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 5(4): 358-361.
- Hossain MY, Rahman MM, Abdallah EM. 2012. Relationships between body size, weight, condition and fecundity of the threatened fish *Puntius ticto* (Hamilton, 1822) in the Ganges River, Northwestern Bangladesh. *Sains Malaysiana*, 41(7): 803-814.
- Idodo-Umeh G. 2005. The feeding ecology of Mochokid species in River Ase, Niger Delta, Nigeria. *Tropical Freshwater Biology*, 14: 71-93.
- Isa M, Md Rawi CS, Rosla R, Mohd Shah S, Md Shah ASR. 2010. Length-weight relationships of freshwater fish species in Kerian River Basin and Pedu Lake, *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 5(1): 1-8.
- Iswahyudi, Marsoedi, Widodo MS. 2014. Development of Spotted Barb (*Puntius binotatus*) Eggs. *Journal of Life Science and Biomedicine*, 4(1): 53-56.
- Jamabo NA, Chindah AC, Alfred-Ockiya J.F. 2009. Length-weight relationship of a mangrove prosobranch *Tympanotonus fuscatus* var *fuscatus* (Linnaeus, 1758) from the Bonny Estuary, Niger Delta, Nigeria. *World Journal of Agricultural Sciences*, 5(4): 384-388.

- Jenkins A, Kullander FF, Tan HH. 2015. *Barbodes binotatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*: e.T169538 A70031333
- Jusmaldi, Solihin DD, Rahardjo MF, Affandi R, Gustiano R. 2016. Karakteristik biometrik dan genetik spesies ikan lais (Siluridae) dan biologi reproduksi *Ompok miostoma* (Vaillant, 1902) di Sungai Mahakam Kalimantan Timur. *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor 118 p.
- Kjelland ME, Woodley CM, Swannack TM, Smith DL. 2015. A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environment Systems & Decisions*. 35(3): 334 – 350.
- Kottelat M. 2013. The fishes of the inland waters of Southeast Asia: a catalogue and core bibliography of the fishes known to occur in freshwaters, mangroves and estuaries. *Raffles Bulletin of Zoology* 27: 1-663.
- Kumar K, Lalrinsanga PL, Sahoo M, Mohanty UL, Kumar R, Sahu AK. 2013 Length-weight relationship and condition factor of *Anabas testudineus* and *Channa* species under different culture systems. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 5(1): 74-78
- Kumary KSA, Raj S. 2016. Length-weight relationship and condition of climbing perch *Anabas testudineus* Bloch population in Kuttanad, Kerala. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 3(9): 21-26.
- Li RY, Gelwick FP. 2005. The relationship of environmental factors to spatial and temporal variation of fish assemblages in a floodplain river in Texas USA. *Ecology of Freshwater Fish*, 14(4): 319-330.
- Lim LS., Chor WK, Tuzan AD, Malitam L, Gondipon R, Ransangan J. 2013. Length-weight relationships of the pond-cultured spotted barb (*Puntius binotatus*). *International Research Journal of Biological Sciences*, 2(7): 61-63.
- Olurin KB, Aderibigbe OA. 2006. Length-weight relationship and condition factor of pond reared juvenile *Oreochromis niloticus*. *World Journal of Zoology*, 1(2): 82-85.
- Rahardjo MF, Simanjuntak CPH. 2008. Hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan tetet, *Johnius belangerii* Cuvier (Pisces: Sciaenidae) di perairan pantai Mayangan, Jawa Barat. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 15(2): 135-140.
- Rosli NAM, Isa MM. 2012. Length weight and length-length relationship of long snouted catfish, *Plicofollis argyropleuron* (Valenciennes, 1840) in the Northern Part of Peninsular Malaysia. *Tropical Life Sciences Research*, 23(2): 59-65
- Samat A, Shukor MN, Mazlan AG, Arshad A, Fatimah MY. 2008. Length-weight relationship and condition factor of *Pterygoplichthys pardalis* (Pisces: Loricariidae) in Malaysia Peninsula. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 3(2): 48-53.
- Shang EHH, Yu RMK, Wu RSS. 2006. Hypoxia affects sex differentiation and development, leading to a male-dominated population in Zebrafish *Danio rerio*. *Environmental Science and Technology*, 40 (9): 3118-3122.
- Shafi S, Yousuf AR. 2012. Length-weight relationship and condition factor in *Puntius conchonius* (Hamilton, 1822) from Dal Lake, Kashmir. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 2(3):1
- Situmorang TS, Barus TA, Wahyuningsih H. 2013. Studi komparasi jenis makanan ikan keperas (*Puntius binotatus*) di Sungai Aek Pahu Tombak, Aek Pahu Hutamosu dan Sungai Parbotikan Kecamatan Batang Toru Tapanuli Selatan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 18(2): 49-58.
- Solomon S, Ramprasanth MR, Baby F, Pereira B, Tharian J, Ali A, Raghavan R. 2011. Reproductive biology of *Puntius denisonii*, an endemic and threatened aquarium fish of the Western Ghats and its implications for conservation. *Journal of Threatened Taxa*, 3(9): 2071–2077.
- Steel RGD, Torrie JH. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistik*. Diterjemahkan Bambang Sumantri. PT Gramedia. Jakarta 748 p.
- Tomkiewicz J, Morgan MJ, Burnett J, Saborido-Rey F. 2003. Available information for estimating reproductive potential of Northwest Atlantic groundfish stocks. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 33: 1-21.
- Tzikas Z, Ambrosiadis I, Soultos N, Georgakis S. 2007. Seasonal size distribution, condition

- status and muscle yield of Mediterranean horse mackerel *Trachurus mediterraneus* from the North Aegean Sea, Greece. *Fisheries Science*, 73(2): 453-462.
- Vitri DK., Roesma DI, Syaifullah. 2012. Analisis morfologi ikan *Puntius binotatus* Valenciennes 1842 (Pisces: Cyprinidae) dari beberapa lokasi di Sumatera Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 1(2): 139-143.
- Wootton R J. 1979. Energy Costs of egg production and environmental determinant of fecundity. In: P. J. Miller (ed.). *Fish Phenology: Anabolic Adaptiveness in Teleosts. The Proceeding of a Symposium Held at The Zoological Society of London*. Academic Press. pp. 133-160
- Zakeyudin MS, Isa MM, Md Rawi CS, Md Shah AS. 2012. Assessment of suitability of Kerian River tributaries using length-weight relationship and relative condition factor of six freshwater fish species. *Journal of Environment and Earth Science*, 2(3): 52-60.

Perbandingan LC₅₀ – 96 jam terhadap mortalitas benih ikan mas, *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758 pada limbah penyamakan kulit dan insektisida piretroid

[Comparison of lethal concentrations (LC₅₀ – 96 H) toward common carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758 mortality in leather industry liquid waste and piretroid insecticide]

D. Arfiati, U. Zakiyah, I. S. Nabilah, N. Khoiriyah, A. S. Jayanti, H. F. Kharismayanti

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya
Jln Veteran, Malang Jawa Timur

Diterima: 27 September 2017; Disetujui: 3 April 2018

Abstrak

Benih ikan mas (*Cyprinus carpio*) ukuran 3 - 5 cm seringkali dipelihara di sawah yaitu pada saat padi masih membutuhkan air untuk pertumbuhannya. Namun air yang digunakan untuk mengairi sawah seringkali mengandung bahan pencemar karena berasal dari sungai yang menerima limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai LC₅₀ – 96 jam limbah penyamakan kulit dan insektisida *piretroid* berbahan aktif *deltametrin* terhadap mortalitas benih ikan mas. Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap yang berbeda dan dilakukan dalam metode eksperimen rancangan acak lengkap. Eksperimen untuk limbah cair penyamakan kulit digunakan tujuh perlakuan dan insektisida digunakan delapan perlakuan. Hasil analisis probit untuk limbah penyamakan kulit diperoleh nilai LC₅₀ – 96 jam sebesar 277,73 ml L⁻¹ sedangkan nilai LC₅₀ – 96 jam untuk insektisida *piretroid* yakni 0,0042 mg L⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa insektisida lebih kuat pengaruhnya terhadap kematian benih ikan, karena dengan konsentrasi yang sedikit saja sudah dapat mematikan benih ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa insektisida ±70.000 kali lebih mudah mematikan benih ikan dibandingkan dengan limbah penyamakan kulit. Sebab itu, perlu kewaspadaan dalam membuang limbah ke perairan umum karena akan mengganggu kehidupan organisme penghuninya.

Kata penting: uji toksisitas akut LC₅₀ – 96 jam, ikan mas, limbah cair industri penyamakan kulit, insektisida *piretroid* dengan bahan aktif *deltametrin*

Abstract

The common carp (*Cyprinus carpio*) with sizes of 3 - 5 cm are usually culture in the paddy fields when the plants still need water for its growth. However, the water which is used to irrigate the paddy fields often contains pollutants, comes from polluted rivers. This study aimed to determine the value of lethal concentrations (Lc₅₀–96 H) in the waste water of leather industry and pyrethroid insecticide with *Deltametrin* active compound toward mortality of common carp seeds. The research was conducted in two different stages and performed in an experimental method with completely randomized design. The experiments for liquid waste of leather industry used seven experiments, while for insecticides with eight experiments. The result of probit analysis for waste of leather industry indicated that LC₅₀ – 96 H was 0,056 ml L⁻¹, while for pyrethroid insecticide was 0.0042 mg L⁻¹. It could be said that insecticide had stronger effect on fish seeds mortality because only small amount of concentration could kill fish seeds. The results of this study shown that insecticides was ± 70 thousand times easier to kill fish seeds compared with leather industry waste. Therefore, people should be careful when disposing waste into the water because it will disrupt the life of aquatic organism.

Keywords: acute toxicity test of LC₅₀ – 96 H, common carp, leather industry liquid waste, peretroid insecticide, Deltamethrin active compound

Pendahuluan

Industri penyamakan kulit merupakan salah satu industri dengan proses pengolahan limbah yang masih menjadi masalah, karena berpotensi mencemari lingkungan yang ada di sekitarnya, baik melalui air, tanah, dan udara (Ulfin *et al.* 2014). Menurut Asmadi & Oktiawan

(2009), limbah cair industri penyamakan kulit berasal dari larutan kromium sulfat antara 60 - 70% yang tidak semuanya dapat terserap oleh kulit pada saat proses penyamakan, sehingga sisanya dikeluarkan dalam bentuk cairan sebagai limbah cair. Limbah kromium yang dihasilkan dari proses penyamakan kulit dapat berupa kromium trivalen [Cr(III)] dan kromium heksavalen [Cr(VI)] yang akan berdampak buruk bagi kese-

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: d_arfiati@yahoo.com

hatan manusia secara langsung atau melalui rantai makanan. Dampak negatif logam berat kromium terhadap ikan adalah stress, terganggunya proses fisiologis, memengaruhi kesehatan, dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Selain itu juga terjadi bioakumulasi logam berat kromium di dalam tubuhnya, sehingga ikan tidak layak untuk dikonsumsi karena membahayakan kesehatan manusia (Nurkhasanah 2015). Tingkat kelangsungan hidup ikan nila yang terpapar kromium heksavalen pada tubuh ikan nila akan menyebabkan pecahnya sel dan berinteraksi dengan protein dan membran semi permeabel. Rendahnya tingkat kelangsungan hidup pada ikan perlakuan juga dapat disebabkan oleh keadaan ikan yang stress akibat paparan Cr (VI) (Wiresphati *et al.* 2012).

Selain limbah industri penyamakan kulit, limbah pestisida juga berpotensi mencemari lingkungan perairan. Berbagai pestisida yang digunakan sebagai pengendali hama untuk meningkatkan produksi pertanian, namun pestisida dalam jumlah yang besar dapat bersifat racun bagi biota yang hidup di perairan, antara lain ikan-ikan. Penggunaan hampir semua jenis pestisida tidak bersifat selektif dan mempunyai spektrum luas sebagai racun yang dapat menjadi sumber pencemaran khususnya bagi sumber daya dan lingkungan perairan termasuk perikanan. Sifat penting yang dimiliki pestisida adalah daya racun atau toksisitas. Meski bahan kimiawi yang terkandung dalam pestisida tersebut hanya dimaksudkan untuk mematikan suatu jenis hama tertentu, tetapi pada hakikatnya semua jenis pestisida bersifat racun untuk semua makhluk hidup (Taufik 2011). Jika pestisida tersebut termasuk dalam jenis pestisida yang dapat larut dalam air, terbuang ke perairan secara sengaja ataupun tidak, dapat mencemari perairan dan dapat memengaruhi antara lain proses metabolisme, organ

tubuh, tingkah laku, siklus hidup, perkembangan embrio, pertumbuhan sel atau jaringan dari organisme yang hidup di perairan tersebut dan stadia yang paling berbahaya terhadap pestisida adalah yuwana (Damayanty & Abdulgani 2013).

Di Indonesia, pestisida jenis insektisida *piretroid* dengan komponen *deltametrin* banyak digunakan petani untuk membasmi hama pada tanaman kubis, cabai, jeruk, padi, dan tanaman hortikultura lainnya (Nurhamidah 2005). Insektisida *piretroid* merupakan insektisida berdaya kerja cepat (*knock down*). Daya kerja piretroid terhadap ikan mirip dengan daya kerja DDT (organoklorin) yaitu tidak mudah terurai, bioakumulatif, toksik, dan tidak mampu terurai di dalam lingkungan, serta terakumulasi di dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Gejala keracunan piretroid pada ikan menunjukkan terjadinya keracunan saraf yang menghambat kerja enzim yaitu eksitasi (perangsangan), *konvulsi* (kejang), *paralisis* (kelumpuhan), dan kematian (Wulandari *et al.* 2013).

Mengingat besarnya pengaruh dan akibat yang ditimbulkan oleh limbah industri penyamakan kulit dan pestisida jenis insektisida *piretroid*, maka dilakukan penelitian untuk menguji toksisitas terhadap organisme perairan. Dalam penelitian ini digunakan ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang berukuran 3-5 cm, karena menurut Taufik & Setiadi (2012), ikan mas yang digunakan sebagai bahan uji berukuran panjang total 3,65 cm dengan bobot badan 0,81 g per ekor. Ikan mas (*Cyprinus carpio*) merupakan komoditas perikanan air tawar yang berpotensi untuk terkontaminasi oleh insektisida endosulfan karena pada umumnya dipelihara dalam kolam budi daya atau karamba jaring apung di waduk, yang sumber airnya berasal dari aliran sungai yang berhubungan langsung dengan berbagai aktivitas pertanian yang banyak menggunakan pestisida.

Selain itu, ikan mas juga mempunyai kandungan lemak cukup tinggi sehingga akan lebih mudah mengakumulasi residu pestisida organoklorin. Benih ikan mas tergolong ke dalam benih yang peka terhadap perubahan lingkungan (Putri *et al.* 2016).

Ikan mas merupakan salah satu jenis ikan yang dapat digunakan sebagai bioindikator yang memiliki ciri-ciri bernilai ekonomis, berperan penting dalam rantai makanan, dan peka terhadap berbagai jenis agen pencemar di perairan tawar. Menurut Dewi *et al.* (2012), ikan yang dapat digunakan sebagai bioindikator adalah ikan yang dapat menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisik air maupun terhadap agen pencemar yang terlarut dalam batas konsentrasi tertentu. Ikan akan beradaptasi dengan keberadaan berbagai jenis logam dan perubahan konsentrasi logam dalam air. Derajat proteksi terhadap pencemaran sangat bervariasi dan tergantung pada spesies, sehingga dalam keadaan terkontaminasi, keseimbangan ekologi akan menurun dan hanya organisme yang memiliki toleransi tinggi yang dapat bertahan hidup.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis nilai LC_{50-96} jam limbah cair penyamakan kulit dan insektisida *piretroid* berbahan aktif *deltametrin* terhadap mortalitas benih ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) yang berukuran panjang 3 - 5 cm dan untuk menentukan daya racun yang lebih berbahaya antara limbah cair penyamakan kulit dan insektisida *piretroid* berbahan aktif *deltametrin*

Bahan dan metode

Penelitian dilaksanakan pada 13 Maret 2017 sampai 12 April 2017. Alat yang digunakan pada penelitian dengan pemaparan insektisida *piretroid* adalah bak kapasitas 16 L, aerator set, pH meter, DO meter, gelas ukur, beaker glass,

pompa air, pipa aerasi, mikro pipet, seser dan kamera. Bahan yang digunakan yaitu benih ikan mas dengan panjang 3 - 5 cm dan insektisida dengan bahan aktif *deltametrin*. Bahan pada penelitian menggunakan limbah penyamakan kulit adalah limbah cair penyamakan kulit yang dikeluarkan oleh pabrik penyamakan kulit dan akan masuk ke badan perairan sungai, aquades dan alkohol 70%.

Dalam penelitian ini digunakan metode eksperimen disusun dalam Rancangan Acak Lengkap. Terdapat tiga tahap dalam penelitian ini yaitu pengadaptasian hewan uji (aklimatisasi), penentuan konsentrasi batas kisaran kritis limbah cair penyamakan kulit dan insektisida *piretroid*, dan dilanjutkan uji toksisitas LC_{50-96} jam. Batas kisaran kritis (*critical range test*) menjadi dasar penentuan konsentrasi yang akan digunakan pada uji toksisitas limbah penyamakan kulit dan insektisida.

Pada penelitian dengan menggunakan insektisida *piretroid*, digunakan beberapa konsentrasi untuk menentukan ambang bawah dan ambang batas yakni 0 ppm, 0,0001 ppm, 0,001 ppm, 0,1 ppm, 1 ppm, 10 ppm dan 100 ppm. Pada limbah penyamakan kulit digunakan konsentrasi ambang bawah dan ambang batas yakni 0 ml, 10 ml, 100 ml, 1000 ml, dan 10.000 ml dengan total volume 10.000 ml (konsentrasi limbah penyamakan kulit + air) dan didapatkan nilai LC_{50-96} jam pada kisaran konsentrasi 1000 - 10.000 ml.

Untuk menetapkan LC_{50-96} jam, digunakan 8 perlakuan sebagai uji toksisitas insektisida *piretroid* yaitu konsentrasi 0 ppm atau kontrol, 0,00135 ppm, 0,0018 ppm, 0,0024 ppm, 0,0032 ppm, 0,0042 ppm, 0,0065 ppm, dan 0,0087 ppm dengan masing - masing tiga kali ulangan. Uji toksisitas limbah penyamakan kulit digunakan 7 perlakuan yaitu 0 ml L^{-1} atau kontrol, 135 ml L^{-1} , 180 ml L^{-1} , 240 ml L^{-1} , 320 ml L^{-1} , 560 ml L^{-1} ,

dan 750 ml L⁻¹ dengan masing-masing dua kali ulangan. Uji toksisitas LC₅₀ – 96 jam dan selama 4 hari (96 jam).

Pengukuran oksigen terlarut dan suhu menggunakan DO meter (DO meter dilengkapi dengan pengukuran suhu) dan pengukuran pH menggunakan pH meter pada bak-bak percobaan setiap empat jam selama 96 jam. Tingkah laku ikan mas terhadap reaksi limbah penyamakan kulit diamati setiap dua jam sekali.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji regresi linier yaitu analisis probit dengan melakukan pengujian antara dosis limbah cair penyamakan kulit dengan mortalitas hewan uji (ikan mas) dan dihitung melalui data statistik menggunakan *Microsoft Excel*. Analisis probit merupakan model non linier yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara satu variabel dependen dengan beberapa variabel independen. Penentuan analisis probit dapat dihitung melalui data statistik menggunakan *Microsoft Excel*.

Berdasarkan Wardlaw (1985), langkah-langkah melakukan analisis probit nilai LC₅₀ – 96 jam adalah sebagai berikut:

- Membuat tabel probit
- Memasukkan nilai konsentrasi perlakuan (mg L⁻¹)
- Memasukkan nilai log 10 konsentrasi perlakuan
- Memasukkan jumlah sampel atau organisme uji yang digunakan
- Memasukkan jumlah kematian hewan uji pada setiap konsentrasi perlakuan
- Mempersentase jumlah kematian (Mobs)
- Menghitung nilai koreksi kematian dengan rumus Abbot's:

Koreksi kematian (%) = $\frac{Mobs - Mcont}{100 - Mcont}$

- Mentransformasi nilai koreksi kematian ke dalam tabel transformasi probit, namun hanya tiga konsentrasi terbawah yang digunakan dalam penentuan nilai LC₅₀ – 96 jam
- Membuat grafik regresi untuk nilai LC₅₀ – 96 jam, sumbu Y merupakan nilai transformasi probit, sedangkan sumbu X nilai log 10 konsentrasi perlakuan. Selanjutnya dari grafik tersebut ditentukan rumus regresi yaitu: $y = ax + b$. Nilai antilog x merupakan nilai LC₅₀ – 96 jam.

Hasil

Uji toksisitas akut limbah penyamakan kulit

Konsentrasi yang digunakan pada uji toksisitas limbah penyamakan kulit yakni 0 ml (kontrol), 135 ml L⁻¹, 180 ml L⁻¹, 240 ml L⁻¹, 320 ml L⁻¹, 560 ml L⁻¹, 750 ml L⁻¹ dan masing-masing dimasukkan pada 10 Liter air. Berdasarkan uji tersebut diperoleh hasil ikan mengalami kematian dimulai pada konsentrasi 320 ml L⁻¹ hingga 750 ml L⁻¹ dengan persentase 20% hingga 70% (Tabel 1).

Kematian ikan terkecil terjadi pada bak A dengan konsentrasi limbah 320 ml L⁻¹ dan persentase kematian 20% dan kematian ikan terbesar terjadi pada bak B dengan konsentrasi 750 ml L⁻¹ mengalami kematian sebanyak 70%. Pada konsentrasi 0 ml atau kontrol hingga konsentrasi 240 ml L⁻¹ ikan tidak mengalami kematian, namun pada konsentrasi 320 ml L⁻¹ terdapat kematian ikan sebanyak 20% dan 30%, dan pada konsentrasi 560 ml L⁻¹ mengalami kematian sebanyak 40% dan 60%.

Terdapat perubahan tingkah laku ikan dari yang semula berenang aktif dan tidak ada kematian hingga pada konsentrasi 750 ml L⁻¹ ikan bergerak ke permukaan dan ke dasar secara cepat di-

ikuti dengan gerakan operkulum yang semakin cepat. Selama pengamatan, ikan cenderung berada di dekat aerator. Diduga ikan-ikan tersebut mencari asupan oksigen yang lebih banyak.

Uji toksisitas insektisida piretroid dengan kandungan deltametrin

Insektisida *piretroid* yang diujikan berdampak terhadap kematian ikan mas sebanyak 10% hingga 100%. Kematian ikan dimulai pada konsentrasi 0,0024 ppm yakni sebanyak 10%

atau 1 ekor dan terbanyak pada konsentrasi 0,087 ppm dengan total ikan mengalami kematian sebanyak 10 ekor atau 100%. Data hasil pengamatan tersaji pada Tabel 2.

Pada konsentrasi 0,0032 ppm ikan mati sebanyak 20%, diikuti pada konsentrasi 0,0042 ppm sebanyak 60% dan pada konsentrasi 0,0065 ppm sebanyak 90%. Pada konsentrasi 0 ppm hingga 0,0018 ppm ikan tidak mengalami kematian meskipun sedikit terpapar insektisida.

Tabel 1. Hasil uji toksisitas limbah penyamakan kulit terhadap ikan mas

Konsentrasi limbah (ml L ⁻¹)	Ulangan	Jumlah hewan Uji (ekor)	Jumlah mortalitas ikan (ekor)				Total mortalitas ikan (ekor)	Persentase mortalitas (%)
			24	48	72	96		
			jam	jam	jam	jam		
0	A	10	0	0	0	0	0	0
	B	10	0	0	0	0	0	0
135	A	10	0	0	0	0	0	0
	B	10	0	0	0	0	0	0
180	A	10	0	0	0	0	0	0
	B	10	0	0	0	0	0	0
240	A	10	0	0	0	0	0	0
	B	10	0	0	0	0	0	0
320	A	10	0	0	2	0	2	20
	B	10	0	2	1	0	3	30
560	A	10	1	1	0	2	4	40
	B	10	3	3	0	0	6	60
750	A	10	3	1	2	0	6	60
	B	10	2	2	3	0	7	70

Tabel 2. Hasil uji toksisitas insektisida *piretroid* dengan komponen *deltametrin*

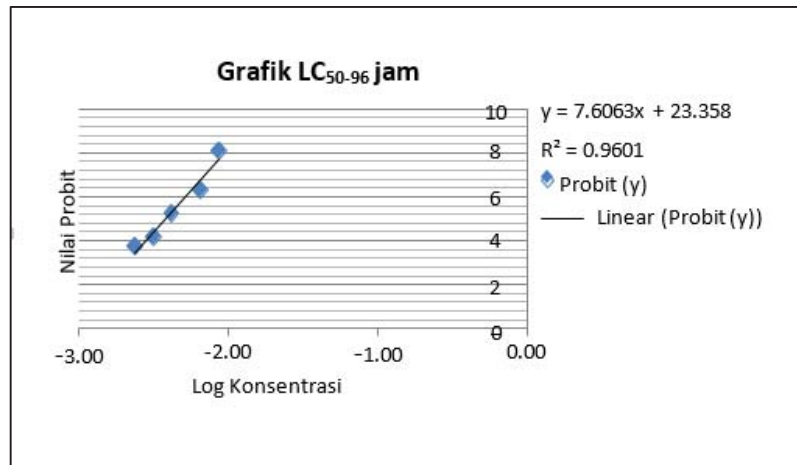
Konsentrasi (ppm)	Σ hewan	Mortalitas ikan uji (ekor)				Σ Total mortalitas (ekor)	Persentase kematian (%)
		24 jam	48 jam	72 jam	96 jam		
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0
0,00135	10	0	0	0	0	0	0
0,0018	10	0	0	0	0	0	0
0,0024	10	0	1	0	0	1	10
0,0032	10	1	1	0	0	2	20
0,0042	10	4	1	1	0	6	60
0,0065	10	6	3	0	0	9	90
0,0087	10	8	2	0	0	10	100

Perubahan tingkah laku ikan juga terjadi pada pemaparan dosis yang berbeda. Secara umum ikan mas yang terpapar *deltametrin* menunjukkan adanya tingkah laku yang abnormal seperti meningkatnya bukaan operculum, berenang di permukaan dan cenderung mendekati aerator serta bergerak cepat tak terarah pada bak percobaan.

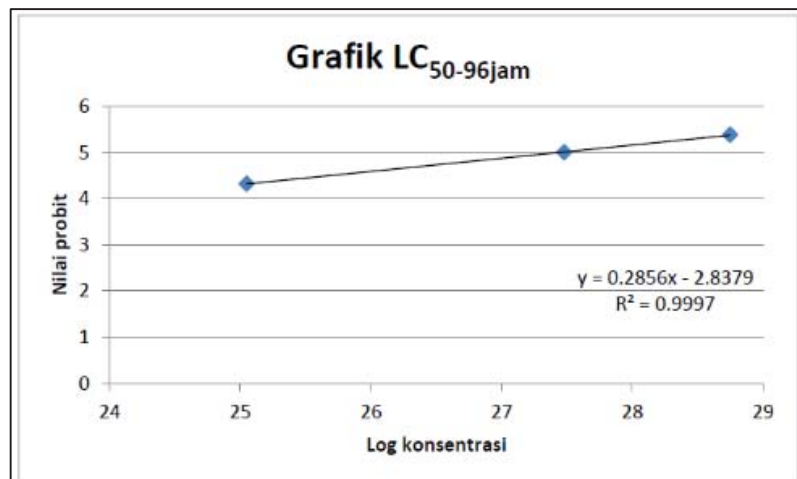
Analisis probit

Hasil perhitungan dengan menggunakan grafik regresi korelasi kemudian dilanjutkan

dengan analisis probit. Pada uji toksik penyamakan kulit dan uji toksik insektisida *piretroid* dengan kandungan *deltametrin* berpengaruh signifikan terhadap mortalitas hewan uji dengan masing-masing nilai R 0,96 dan 0,99 pada uji toksik limbah penyamakan kulit (Gambar 1). Semakin banyak limbah yang dimasukkan ke dalam media uji maka semakin banyak pula ikan mas yang mengalami kematian.



a



b

Gambar 1. Grafik regresi analisis probit konsentrasi insektisida terhadap mortalitas ikan mas (a) dan grafik regresi analisis probit konsentrasi limbah penyamakan kulit terhadap mortalitas ikan mas (b)

Berdasarkan grafik regresi pada Gambar 1 (a) dapat diketahui bahwa nilai LC_{50} - 96 jam dengan jumlah kematian adalah $y = 5$ (50%) dari hewan uji, maka nilai x yaitu -2,41 sehingga nilai probit dari antilog -2,41 adalah 0,0039. Nilai tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi insektisida *piretroid* berbahan aktif *deltametrin* sebesar 0,0039 ppm menyebabkan ikan uji mati sebanyak 50% dalam waktu 96 jam. Pada Gambar 1 (b) nilai probit (y) dan nilai log konsentrasi (x) menunjukkan hubungan yang positif yaitu semakin tinggi nilai probit, maka semakin tinggi pula nilai log konsentrasi. Total kematian yang ditunjukkan pada Tabel 1, selanjutnya diolah dengan menggunakan analisis probit dan didapatkan nilai LC_{50} - 96 jam 277,073 ml L^{-1} . Limbah insektisida memiliki daya racun ± 70.000 kali lebih berbahaya dibandingkan dengan limbah penyamakan kulit.

Analisis kualitas air

Hasil pengukuran kualitas air pada penelitian uji toksik penyamakan kulit diperoleh nilai pH cenderung asam yakni berkisar antara 5-6, kadar oksigen terlarut relatif rendah antara 4,3 – 5,9 mg L^{-1} , dan suhu media uji antara 19 – 28°C. Pada uji toksik insektisida nilai pH cenderung netral berkisar antara 7,03 – 7,93, oksigen terlarut tergolong baik antara 6,01 – 8,45 mg L^{-1} dan nilai suhu berkisar 23,3°C – 26,8°C. Hasil analisis laboratorium, kadar kromium dalam limbah cair penyamakan kulit sebesar 6,1833 ppm dengan 500 kali pengenceran.

Pembahasan

Industri penyamakan kulit merupakan industri yang menggunakan senyawa krom sulfat pada proses produksinya, sehingga limbah cair dari industri ini termasuk limbah berbahaya dan beracun karena mengandung senyawa krom total. Logam Cr yang terlarut di dalam air sangat ber-

bahaya bagi kehidupan organisme di dalamnya. Hal ini karena logam berat bersifat bioakumulatif yaitu logam berat berkumpul dan meningkat kadarnya dalam jaringan tubuh organisme hidup, walaupun kadar logam berat pada perairan rendah tetapi dapat diabsorpsi oleh tubuh organisme (Prastyo *et al.* 2016).

Logam kromium memberikan dampak yang cukup serius (menggelepar, lumpuh, dan kemudian mati) terhadap ikan mas dan merupakan penyebab utama kematian ikan (Sunardi & Supriyanto 2008). Begitu juga insektisida *piretroid* dengan kandungan *deltametrin* mampu memberikan dampak kematian pada dosis 0,0032 – 0,0087. Ikan yang hidup dalam lingkungan perairan yang tercemar pestisida akan menyerap bahan aktif pestisida tersebut dan tersimpan dalam tubuh, karena ikan merupakan akumulator yang baik bagi berbagai jenis pestisida terutama yang bersifat lipofilik (mudah terikat dalam jaringan lemak). Dalam kondisi perairan yang subletal, kandungan residu pestisida dalam tubuh ikan yang terbentuk melalui proses bioakumulasi akan semakin tinggi dengan meningkatnya konsentrasi dan bertambahnya waktu pemaparan hingga mencapai kondisi *steady state* yaitu kondisi di mana jumlah bahan yang diserap dan didepurasi per satuan waktu seimbang pada suatu konsentrasi bahan dalam air (stabil). Selain itu, pengaruh lanjut bioakumulasi pestisida pada konsentrasi tertentu secara signifikan dapat menurunkan laju pertumbuhan dan berdampak terhadap kondisi hematologis ikan (Taufik 2005).

Daya racun Cr yang terdapat dalam limbah penyamakan kulit merupakan bahan aktif dari logam berat yang dapat memengaruhi proses fisiologis atau metabolisme tubuh, sehingga proses metabolisme terputus (Palar 2008). Ion Cr^{6+} dalam proses metabolisme tubuh akan menghambat kerja enzim *benzopiren hidroksilase*, yang

berakibat terjadi perubahan dalam pertumbuhan sel, sehingga sel-sel tumbuh secara liar atau dikenal dengan istilah kanker. Hal itulah yang menjadi dasar dari penggolongan Cr ke dalam kelompok logam yang bersifat karsinogenik. Djojusumarto (2008) menambahkan bahwa *deltametrin* merupakan insektisida racun saraf yang bekerja menghalangi kerja saluran natrium pada saraf sehingga impuls saraf tidak bekerja. *Deltametrin* memiliki spektrum luas dan merupakan senyawa golongan *piretroid* yang paling kuat dan paling beracun (Kim *et al.* 2007). Berdasarkan Hasan (2006), bahwa cara kerja *piretroid* yaitu mempengaruhi sistem saraf serangga atau mamalia dengan merangsang sel-sel saraf untuk menghasilkan efek pengulangan (*repetitive*) yang berakhir dengan kelumpuhan dan kematian. Efek ini disebabkan oleh rendahnya penutupan saluran natrium dalam akson saraf, sehingga natrium bergerak cepat dalam sel-sel dan merubah fungsi akson saraf. Ikan yang terpapar air yang tercemar oleh deltametrin pada konsentrasi letal dapat berdampak kematian, sedangkan dalam konsentrasi subletal akan menyerap bahan aktif tersebut melalui permukaan tubuh, membran insang, dan difusi kutikular (Taufik & Setiadi 2012).

Terdapat perbedaan pada kondisi ikan sebelum dan sesudah terpapar bahan pencemar hingga pada akhirnya mengalami mortalitas mencapai 100%. Ikan mas yang belum dipapar (kontrol) berenang aktif dan normal hingga pengamatan 96 jam. Bukaan mulut dan operculum normal dan tidak ada kematian hingga pengamatan 96 jam. Kondisi ikan mas, yang telah dipapar dengan konsentrasi tertinggi yaitu 0,0087 ppm, bergerak tidak beraturan (menabrak dinding bak), cenderung bergerak ke atas dan ke bawah, bukaan operculum ikan semakin cepat. Ikan mulai kehilangan keseimbangan yang mulai ditandai dengan tubuh miring dan gerakan renang yang

tidak menentu, adanya beberapa ikan yang melompat keluar dari bak percobaan, ikan bergerak lambat dan mendekati aerator pada pengamatan 48 jam, serta terjadi kematian pada awal pengamatan (24 jam). Martini (2001) menyatakan, ikan yang terkena daya racun atau pencemar dapat diketahui dari gerakannya yang hiperaktif, menggelepar, lumpuh dan kemudian mati. Secara klinis hewan yang terkontaminasi racun memperlihatkan gejala stress bila dibandingkan dengan kontrol, ditandai dengan menurunnya nafsu makan, gerakan kurang stabil, dan cenderung berada di dasar. Seperti yang dinyatakan oleh Syafriadi-man (2009) bahwa proses terjadinya mortalitas berawal dari perubahan tingkah laku seperti dari gerakan normal menjadi gerakan tak menentu, tubuh membentuk garis vertikal dengan permukaan air, ikan bergerak dengan keadaan ekor di atas dan kepala ke bawah dengan posisi miring, ikan melompat ke permukaan dan akhirnya ikan mati. Widayati *et al.* (2011), juga menjelaskan bahwa ikan dapat menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisik air maupun terhadap adanya senyawa pencemar yang terlarut dalam batas konsentrasi tertentu. Reaksi yang dimaksud antara lain adanya perubahan aktivitas pernafasan, aktivitas dan gerakan renang, warna tubuh ikan dan sebagainya.

Limbah penyamakan kulit mampu mematikan ikan mas yang dimulai pada konsentrasi 320 ml L⁻¹ dengan persentase mortalitas 20% selama 48 jam. Penelitian Andriani & Hartini (2017) menunjukkan nilai LC₅₀-96 jam limbah cair batik kromium adalah 0,0037 ppm terhadap ikan mas dan menunjukkan adanya penempelan zat asing pada sisiknya. Besar kecilnya zat asing yang menempel, berbanding lurus dengan besar kecilnya toksikan yang diberikan. Semakin besar konsentrasi toksikan, maka penempelan zat asing

juga semakin besar, namun pada sisik ikan nila tidak terjadi kerusakan bentuk sisik.

Insektisida *piretroid* mulai mematikan ikan mas pada konsentrasi 0,0032 ppm sebanyak 20% selama 48 jam. Hal ini menunjukkan bahwa insektisida memiliki daya racun yang lebih kuat pengaruhnya terhadap kematian benih ikan mas. Rudyanti & Ekasari (2009) menambahkan bahwa nilai LC_{50} – 96 jam pestisida fipronil terhadap benih ikan mas adalah sebesar 0,84 mg L⁻¹ dan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan mas. Kinasih *et al.* (2013) menyatakan semakin tinggi konsentrasi pestisida alami (daun babadotan) yang dilarutkan pada media hidup ikan mas maka tingkat sintasan ikan mas akan semakin rendah karena pestisida dengan konsentrasi tinggi menyebabkan kerusakan pada bagian insang dan organ-organ yang berhubungan dengan insang. Hal ini mengakibatkan terganggunya proses respirasi dan akhirnya menyebabkan kematian. Ditambahkan oleh Bosman *et al.* (2013), kerentanan organisme terhadap toksikan berbeda-beda berdasarkan konsentrasi bahan toksik, spesies, dan ukuran organisme. Selain itu, kelangsungan hidup ikan juga dipengaruhi oleh faktor internal yang berasal dari dalam tubuh ikan itu sendiri dan faktor eksternal yang meliputi kondisi lingkungan tempat ikan hidup seperti sifat fisik, kimiawi, dan biologis perairan. Oleh karena itu pada suatu konsentrasi tertentu ikan masih dapat menoleransi kadar insektisida yang diberikan, sehingga tidak ada ikan yang mati. Bertambahnya kadar konsentrasi insektisida pada uji toksisitas menyebabkan senyawa toksik yang terkandung pada insektisida terakumulasi dalam organ tubuh ikan, sehingga mengakibatkan kematian pada hewan uji (Wulandari *et al.* 2013). Menurut Guthrie & Perry (1980), istilah yang digunakan untuk menggambarkan dampak yang diakibatkan toksikan yaitu

akut, sub akut, kronis letal, dan sub letal; sedangkan tingkat daya racun berdasarkan nilai LC_{50} -96 jam yaitu lebih dari 100 mg L⁻¹ tergolong rendah, 10 – 100 mg L⁻¹ tergolong sedang, 1 - 10 mg L⁻¹ tergolong tinggi dan kurang dari 1 mg L⁻¹ tergolong sangat tinggi (Koesoemadinata, 1983). Limbah cair penyamakan kulit menggambarkan dampak kronis dan memiliki daya racun yang sangat tinggi, sedangkan pestisida *piretroid* menggambarkan dampak sub lethal dan memiliki daya racun yang rendah. Daya racun yang dimiliki limbah insektisida memiliki daya racun ± 70.000 kali lebih berbahaya dibandingkan dengan limbah penyamakan kulit karena dengan konsentrasi yang sedikit mampu membunuh ikan dalam waktu 24 jam.

Hasil analisis laboratorium, kadar kromium dalam limbah cair penyamakan kulit sebesar 6,1833 ppm dengan 500 kali pengenceran. Hal ini sejalan dengan penelitian Andriani & Hartini (2017), hasil analisis kadar kromium (Cr) sebesar 7,0 mg L⁻¹ yang nilainya lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar maksimum kromium (Cr) dalam lingkungan yaitu 1,0 mg L⁻¹, sehingga dapat dinyatakan bahwa kadar krom limbah cair penyamakan kulit dalam penelitian ini telah melebihi ambang batas dalam lingkungan dan berbeda 1 mg L⁻¹ dengan hasil penelitian sebelumnya. Krom (Cr) di alam berada pada valensi 3 (Cr3+) dan valensi 6 (Cr6+). Cr6+ lebih toksik dibandingkan dengan Cr3+, karena sifatnya yang berdaya larut dan mobilitas tinggi di lingkungan. Melalui rantai makanan kromium dapat terdeposit pada bagian tubuh makhluk hidup yang pada suatu ukuran tertentu dapat menyebabkan racun. Apabila masuk ke dalam sel, krom dapat menyebabkan kerusakan struktur DNA hingga terjadi mutasi. Terakumulasinya krom dalam jumlah besar di tubuh manusia jelas-jelas mengganggu kesehatan karena krom memiliki dampak negatif

terhadap organ hati, ginjal serta bersifat racun bagi protoplasma makhluk hidup (Kristianto *et al.* 2017). Konsentrasi antara limbah cair batik dengan mortalitas benih ikan mas terjadi hubungan positif, semakin tinggi konsentrasi limbah maka semakin besar mortalitas pada benih ikan mas (Andriani & Hartini 2017).

Hasil pengukuran kualitas air yakni pH, oksigen terlarut, dan suhu pada uji toksisitas limbah penyamakan kulit cenderung lebih rendah daripada kualitas air pada bak-bak percobaan yang menggunakan insektisida *piretroid*. Menurut RudiYanti & Ekasari (2009), pH optimal bagi ikan mas adalah 6,7- 8,2. Kandungan oksigen terlarut pada perairan yang terpapar insektisida $\pm 6 \text{ mgL}^{-1}$ yang lebih tinggi daripada limbah penyamakan kulit ($\pm 4 \text{ mgL}^{-1}$). Hal tersebut juga berbanding lurus dengan suhu perairan yang jauh lebih tinggi pada air dipapar limbah penyamakan kulit daripada suhu air yang dipapar insektisida. Berdasarkan Tarigan & Edward (2003), pada kadar oksigen terlarut $< 4 \text{ mg L}^{-1}$ ikan mas masih mampu bertahan hidup, namun pertumbuhannya sedikit terhambat. Kadar oksigen terlarut yang optimal untuk kehidupan dan pertumbuhan ikan mas yaitu $\geq 5 \text{ mg L}^{-1}$. RudiYanti & Ekasari (2009) menyatakan bahwa ikan mas hidup pada kisaran suhu antara $14 - 38^\circ\text{C}$. Kelabora (2010) menyatakan bahwa meskipun ikan dapat beraklimatisasi pada suhu yang relatif tinggi, tetapi pada suatu derajat tertentu kenaikan suhu dapat menyebabkan kematian ikan mas. Perubahan drastis suhu hingga mencapai 5°C mengakibatkan stress pada ikan atau membunuhnya. Suhu sangat penting dalam perairan karena berpengaruh terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan biota air (Supiyati *et al.* 2012).

Simpulan

Nilai $\text{LC}_{50} - 96$ jam pada penelitian dengan menggunakan ikan mas yang dipapar insektisida *piretroid* berbahan aktif *deltametrin* mengakibatkan kematian 50% populasi hewan uji pada dosis 0,0039 ppm, sedangkan dengan menggunakan ikan mas yang dipapar limbah penyamakan kulit yang terkandung logam berat kromium (Cr) diperoleh nilai $\text{LC}_{50} - 96$ jam $277,073 \text{ ml L}^{-1}$. Limbah insektisida memiliki daya racun ± 70.000 kali lebih berbahaya dibandingkan dengan limbah penyamakan kulit.

Daftar pustaka

- Andriani R, Hartini. 2017. Toksisitas limbah cair industri batik terhadap morfologi sisik ikan nila gift (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal SainHealth*, 1(2): 32 - 40.
- Asmadi ES, Oktiawan W. 2009. Pengurangan chrom (Cr) dalam limbah cair industri kulit pada proses tannery menggunakan senyawa alkali $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH dan NaHCO_3 (Studi Kasus PT. Trimulyo Kencana Mas Semarang). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 5(1): 41-54
- Bosman O, Taqwa FH, Marsi. 2013. Toksisitas limbah cair lateks terhadap kelangsungan hidup, pertumbuhan dan tingkat konsumsi oksigen ikan patin (*Pangasius sp.*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(2): 148-160.
- Damayanty MM, Abdulgani N. 2013. Pengaruh paparan sub lethal insektisida diazinon 600 EC terhadap laju konsumsi oksigen dan laju pertumbuhan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 2(2): 2337 – 3520.
- Dewi NK, Perdhana FF, Yuniastuti A. 2012. Paparan seng di perairan kaligarang terhadap ekspresi Zn-thionein dan konsentrasi seng pada hati ikan mas. *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 35(2): 108-115.
- Djojosumarto P. 2008. *Pestisida dan Aplikasinya*. Agromedia Pustaka. Jakarta. 344 hlm.

- Guthrie FE, Perry JJ. 1980. *Introduction to Environmental Toxicology*. Elsevier North Holland, Inc. 484 p.
- Hasan M. 2006. Efek paparan insektisida deltametrin pada kerbau terhadap angka gigitan nyamuk *Anopheles vagus* pada manusia. *Tesis*. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 49 hlm.
- Kelabora DM. 2010. Pengaruh suhu terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Berkala Perikanan Terubuk*, 38(1): 71-81.
- Kim KB, Anand SS, Muralidhara S, Kim HJ, Bruckner JV. 2007. Formulation-dependent toxicokinetics explains differences in the GI absorption, bioavailability and acute neurotoxicity of deltamethrin in rats. *Toxicology*, 234 (3): 194 – 202.
- Kinasih I, Supriyatna A, Rusputa RN. 2013. Uji toksisitas ekstrak daun babadotan (*Ageratum conyzoides* Linn) terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn.) sebagai organisme non-target. *Jurnal Kajian Islam, Sains, dan Teknologi*, 7(2): 121-132.
- Koesoemadinata. 1983. *Pedoman Umum Pengujian Laboratorium Toksisitas Lethal Pestisida pada Ikan untuk Keperluan Pendaftaran*. Komisi Pestisida Departemen Pertanian. Jakarta. 24 hlm.
- Kristianto S, Wilujeng S, Wahyudiarto D. 2017. Analisis logam berat kromium (Cr) pada Kali Pelayaran sebagai bentuk upaya penanggulangan pencemaran lingkungan di wilayah Sidoarjo. *Jurnal Biota*, 3(2): 66-70.
- Martini KS. 2001. Pengaruh parameter BOD, COD, pH, fenol dan coli pada air sungai terhadap kualitas air sumur disekitar aliran Sungai Premulung Kota Surakarta. *Tesis*. Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret.
- Nurhamidah. 2005. Penentuan kondisi optimum HPLC untuk pemisahan residu pestisida imidakloprid, profenofos dan deltametrin pada cabai (*Capsicum annum*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 7(2): 87-93.
- Nurkhasanah S. 2015. Kandungan logam berat kromium (Cr) dalam air, sedimen, dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) serta karakteristik biometrik dan kondisi histologisnya di Sungai Cimanuk Lama, Kabupaten Indramayu. *Tesis*. Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Perairan. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 51 hlm.
- Palar H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. PT. Rineka Cipta. Jakarta. 152 hlm.
- Prastyo D, Herawati T, Iskandar. 2016. Bioakumulasi logam kromium (Cr) pada insang, hati dan daging ikan yang tertangkap di Hulu Sungai Cimanuk Kabupaten Garut. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(2) : 1-8.
- Putri AK, Zahidah, Harahap SA. 2016. Peningkatan produksi ikan mas (*Cyprinus carpio* L) menggunakan sistem budidaya polikultur bersama ikan nilem (*Osteochilus hasselti*) di Waduk Cirata, Jawa Barat. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(1): 146-156.
- Rudiyanti S, Ekasari AD. 2009. Pertumbuhan dan survival rate ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn.) pada berbagai konsentrasi pestisida regent 0,3 G. *Jurnal Saintek Perikanan*, 5(1): 49-54.
- Sunardi, Supriyanto C. 2008. Comparison test of FNAA and AAS method for Cu, Cd, Cr, and Pb analysis of code river sediment (Indonesia). *Indonesian Journal of Chemistry*, 8(2): 158-162.
- Supiyati, Halauddin dan G. Arianty. 2012. Karakteristik dan kualitas air di Muara Sungai Hitam Provinsi Bengkulu dengan Software Som Toolbox 2. *SIMETRI, Jurnal Ilmu Fisika Indonesia*, 1(2): 67-73.
- Syafriadiman. 2009. Toksisitas limbah industri kelapa sawit terhadap kelimpahan algae hijau (*Ulothrix implexa*). *Berkala Perikanan Terubuk*, 35(1): 1-18.
- Tarigan MS, Edward. 2003. Kandungan total zat padat tersuspensi (*total suspended solid*) di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara. *Makara, Sains*, 7(3): 109-119
- Taufik I, Setiadi E. 2012. Toksisitas serta potensi bioakumulasi dan bioeliminasi insektisida endosulfan pada ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 7(1): 131-143.
- Taufik, I. 2005. Pengaruh lanjut bioakumulasi insektisida endosulfan terhadap pertumbuhan dan kondisi hematologis ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Tesis*. Program Studi Ilmu Perairan, Sekolah Pascasarjana, IPB. 83 hlm.

- Taufik, I. 2011. Pencemaran pestisida pada perairan perikanan di Sukabumi – Jawa Barat. *Media Akuakultur*, 6(1): 69-75
- Ulfin I, Harmami, Rahmawati E. 2014. Pemisahan kromium dari limbah cair industri penyamakan kulit dengan koagulan FeSO_4 . *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, ISBN : 978-602-0951-00-3 Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya, 20 September 2014. B-178 – B. 184.
- Wardlaw, A. C. 1985. *Practical Statistics for Experimental Biologist*, John Wiley and Sons, Chichester.
- Widayati DE, Aunurohim, Abdulgani N. 2011. *Studi hispatologi insang ikan mujair (Oreochromis mossambicux) pada konsentrasi sublethal air lumpur Sidoarjo*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Wiresphati EAMO, Raharjo, Budijastuti W. 2012. Pengaruh kromium heksavalen (VI) terhadap tingkat kalangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal LenteraBio*, 1(2): 75-79.
- Wulandari W, Sukiya, Suhandoyo. 2013. Efek insektisida *desis* terhadap morfologi dan struktur histologi insang nila merah “Lokal Cangkringan”. *Jurnal Sain Veteriner*, 31(2): 251-265.

Jenis-jenis ikan hasil tangkapan nelayan di Kecamatan Tungkal Ilir Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi

[Fish species of fishermens' catches in Kuala Tungkal - Tungkal Ilir Sub-District, Tanjung Jabung Barat Regency, Jambi Province]

Khaerudin, Afreni Hamidah✉, Winda Dwi Kartika

Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Jambi
Jl. Raya Jambi –Ma.Bulian KM 15 Mendalo Indah Jambi 36361

Diterima: 27 September 2017; Disetujui: 10 April 2018

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis ikan yang tertangkap oleh nelayan dan dilelang di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) serta membandingkannya dengan hasil tangkapan nelayan yang ada di pasar ikan Kuala Tungkal. Sampel ikan diambil dari hasil tangkapan nelayan yang akan dilelang di TPI dan pasar ikan Kuala Tungkal dari Juli sampai Agustus 2014. Proses identifikasi dilakukan dengan membandingkan karakteristik morfologi spesimen dengan menggunakan buku identifikasi ikan. Teridentifikasi sebanyak 49 jenis ikan dari 32 famili dan 12 ordo selama penelitian. Ada perbedaan jumlah jenis ikan yang dikoleksi antara TPI dengan pasar ikan. Sebanyak 32 spesies ikan teridentifikasi di TPI dan 13 spesies diantaranya tidak ditemukan di pasar ikan. Dari 36 spesies ikan yang ditemukan di pasar ikan, 17 ikan tidak ditemukan di TPI. Sebanyak 19 jenis ikan ditemukan di kedua lokasi. Perlu dilakukan penelitian serupa pada musim yang berbeda untuk mendapatkan informasi yang utuh mengenai jenis-jenis ikan yang tertangkap di perairan sekitar Tanjung Jabung Barat, Jambi.

Kata penting : jenis ikan, nelayan, pasar ikan, tempat pelelangan ikan

Abstract

The aim of this study was identify fish species caught by fishermen in the fish auction site (FAS) and compare with fish species in the fish market of Kuala Tungkal, Tanjung Jabung Barat Regency, Jambi. Fish samples were collected from FAS and fish market of Kuala Tungkal from July to August 2014. Fish identification was done according to morphometric characteristics of fish specimens using fish identification books. A total of 49 fish species belonging to 32 families and 11 orders were identified along the study period. The number of fish species found in TPI and fish markets was different. Thirty-two fish species were recognized in FSA and 13 species of which were not found in the fish market. Of the 36 fish species found in the fish market, 17 fish were not collected in the FSA. A total of 19 fish species fish were found in both locations. It is necessary to conduct a similar research in different seasons to obtain a comprehensive information about fish species caught in the waters around Tanjung Jabung Barat, Jambi. Further research in a longer period of time. Thus it is hoped that more fish species may be found only in certain seasons.

Keywords: fish species, fisherman, fish market, fish auction site

Pendahuluan

Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi secara geografis terletak pada 103°23'-104°21' Bujur Timur dan 0°53'-01°41' Lintang Selatan. Kabupaten Tanjung Jabung Barat, yang beribukota di Kuala Tungkal, memiliki potensi sumber daya perikanan yang besar (Dinas Perikanan Provinsi Jambi 2013). Oleh karena itu sumber daya tersebut harus dikelola dengan baik agar kelestariannya dapat terjaga dengan tetap me-

manfaatkan secara optimal. Salah satu upaya yang dilakukan guna mengembangkan wilayah Tanjung Jabung Barat adalah dengan menggali potensi sumber daya alam yang ada, terutama potensi sumber daya ikan. Potensi ini belum tergali dan diharapkan pada masa yang akan datang memberikan manfaat ekonomi, manfaat sosial, dan manfaat ekologis bagi pengembangan Kabupaten Tanjung Jabung Barat.

Menurut Ridho (2003), jenis sumber daya perikanan yang terdapat di perairan pesisir Kabupaten Tanjung Jabung Barat terdiri atas beberapa

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: afreni3103@gmail.com

kelompok ikan yaitu kelompok ikan pelagis (lemuru, tongkol, tenggiri, terbang), kelompok ikan demersal (kakap, manyung, pari, kurisi, kerapu), dan kelompok ikan lainnya; serta kelompok pelagis non ikan (cumi-cumi, ubur-ubur) dan kelompok udang-udangan (udang ketak, rajungan). Dengan total produksi di Kabupaten Tanjung Jabung Barat sebesar 22.787 ton tahun 2013, sebagian besar produksi perikanan laut tersebut berada di Kecamatan Tungkal Ilir yaitu sebesar 15.055,2 ton (BPS Tanjung Jabung Barat 2015).

Dalam rangka mengoptimalkan produksi perikanan laut, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah hanya menangkap jenis-jenis ikan ekonomis tinggi dan dalam ukuran tertentu saja. Untuk itu, sarana berupa kapal dan alat tangkap menjadi kebutuhan yang amat penting, selain keterampilan sumber daya manusia. Di sisi lain berbagai prasarana telah dibangun dan disediakan oleh Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jambi berupa saluran irigasi, benih ikan pantai, dan pos pengawasan. Prasarana lain yang telah disediakan adalah tempat pelelangan ikan, yaitu tempat untuk melelang hasil tangkapan dan produksi nelayan di Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjung Jabung Barat (Dinas Perikanan Provinsi Jambi 2013).

Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Kuala Tungkal merupakan tempat pelelangan ikan yang bukan hanya menampung jenis ikan laut, tetapi juga semua jenis ikan tangkapan nelayan termasuk jenis ikan payau. Berdasarkan hasil diskusi dengan nelayan dan petugas TPI setempat, mereka mengatakan bahwa hasil tangkapan nelayan semakin berkurang jumlah jenis dan hasil tangkapan karena banyak aktivitas di perairan tersebut, seperti pembangunan pelabuhan transit Kuala Tungkal sebagai pintu gerbang yang menghubungkan Kota Jambi dengan Batam, Malaysia dan Singapura. Hal ini diduga dapat memenga-

ruhi keberadaan jenis ikan dan habitat ikan yang ada di perairan laut, khususnya di Kuala Tungkal Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Jambi.

Keberadaan berbagai jenis ikan di suatu perairan menunjukkan kualitas serta kondisi ekologis perairan tersebut (Luzencyk 2017, Castillo-Rivera *et al.* 2017). Informasi ilmiah terkini khususnya mengenai jenis ikan di TPI dan di Pasar Parit 3 Kuala Tungkal Tanjung Jabung Barat belum pernah dilaporkan. Penelitian mengenai jenis ikan dari daerah lainnya sudah banyak dilakukan, antara lain Genisa (1999), Ernawati (2007), dan Hidayah *et al.* (2017).

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan jenis-jenis ikan hasil tangkapan nelayan, serta membandingkan jenis ikan yang didapatkan antara TPI dengan pasar ikan di Pasir Parit 3 Kuala Tungkal Tanjung Jabung Barat Jambi. Hasil penelitian ini dapat digunakan selain sebagai informasi ilmiah tentang jenis-jenis ikan hasil tangkapan nelayan dan sejauh mana potensi sumber daya perikanan di Tanjung Jabung Barat, juga sebagai tambahan informasi pengayaan materi kuliah keanekaragaman hayati khususnya di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jambi.

Bahan dan metode

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif eksploratif, yaitu dengan melakukan pengamatan langsung ke lapangan untuk mengamati aspek-aspek yang tercakup dalam lingkup penelitian untuk menggambarkan secara tepat kondisi empiris pada waktu sekarang. Riset deskriptif dapat bersifat eksploratif yang bertujuan agar peneliti dapat menggambarkan keadaan pada suatu kurun waktu tertentu sebagai dasar untuk membuat keputusan-keputusan.

Penelitian dilakukan di TPI dan pasar ikan yang ada di Kecamatan Tungkal Ilir, Tanjung Jabung Barat, pada bulan Juli sampai Agustus 2015. Kegiatan penelitian ini diawali dengan observasi lapangan dan pengurusan surat izin penelitian, dilanjutkan dengan pengambilan sampel ikan di lapangan, identifikasi jenis ikan, dan analisis data.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kamera digital dan stoples atau tempat ikan. Bahan yang digunakan adalah alkohol 70% untuk mengawetkan ikan dan aquades untuk membersihkan sampel sebelum diawetkan.

Pengambilan sampel dilakukan pada pukul 05.00 dan pukul 14.00 yaitu pada saat nelayan melelang hasil tangkapan di tempat pelelangan ikan dan pasar ikan Parit 3 Kuala Tungkal. Setiap jenis ikan yang berbeda secara morfologis diambil untuk diamati dan diidentifikasi. Setelah pengambilan sampel, jenis ikan-ikan yang berbeda secara morfologis dibersihkan dan dimasukkan ke dalam stoples berukuran sedang yang diisi alkohol 70%.

Langkah identifikasi ikan dilakukan dengan mencocokkan spesimen yang telah teridentifikasi seperti gambar atau foto dengan karakter morfologis yang terdapat dalam buku Saanin (1986), White *et al.* (2006), dan White *et al.* (2013) sehingga diperoleh informasi tentang jenis ikan hasil tangkapan nelayan.

Data yang diperlukan untuk dianalisis adalah data jenis ikan untuk dibandingkan antara yang ada di pasar ikan dan di TPI. Data penelitian dan informasi yang dikumpulkan untuk dianalisis,

dilakukan melalui pendekatan dokumentasi, observasi dan wawancara. Dokumentasi dilakukan untuk mendapatkan data-data yang ada di TPI melalui Dinas Perikanan, TPI dan pasar ikan. Observasi, merupakan suatu metode pengamatan dan pencatatan data-data yang telah diperoleh secara sistematis. Wawancara dilakukan melalui tanya jawab dengan pihak-pihak terkait, seperti Kepala TPI, Dinas Perikanan, kelompok nelayan, dan lain-lain.

Hasil

Dari hasil penelitian ditemukan 49 jenis dari 11 ordo dan 32 famili ikan hasil tangkapan nelayan. Dari 11 ordo yang didapatkan selama penelitian, jenis ikan yang paling banyak ditemukan berasal dari ordo Perciformes yang tersebar dalam 16 famili (Tabel 1).

Jenis ikan yang ditemukan di TPI dan pasar ikan tidak seluruhnya sama. Beberapa jenis ikan ditemukan pada kedua tempat, tetapi sebagian jenis-jenis ikan tertentu hanya ditemukan di TPI atau di pasar ikan. Di TPI didapatkan 32 jenis ikan secara keseluruhan, 13 jenis ikan diantaranya tidak ditemukan di pasar ikan, sedangkan di Pasar Ikan Parit 3 ditemukan 36 jenis ikan yang 17 jenis diantaranya tidak ditemukan di TPI. Jenis ikan yang ditemukan pada kedua lokasi penelitian tersebut berjumlah 19 jenis (Tabel 2). Persentase berdasarkan jumlah jenis yang ditemukan antara di TPI dan Pasar Parit 3 Kuala Tungkal disajikan pada Gambar 1, sedangkan beberapa hasil dokumentasi ikan dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 1. Jenis-jenis ikan hasil tangkapan nelayan di Kecamatan Tungkal Ilir Tanjung Jabung Barat, Jambi

No	Ordo	Famili	Spesies	Nama Indonesia	Nama Kuala Tungkal
1	Anguilliformes	Muraenesocidae	<i>Muraenesox bagio</i>	Pucuk nipah	Malung
2	Clupeiformes	Chirocentridae	<i>Chirocentrus dorab</i>	Parang, terak	Parang
		Clupeidae	<i>Tenualosa macrura</i>	Terubuk	Terubuk
		Dussumieriidae	<i>Dussumieria elopoides</i>	Tamban bines	Tamban
		Engraulidae	<i>Coilia dussumieri</i>	Bulu ayam	Bulu ayam
			<i>Setipinna tenuifilis</i>	Bilis kuning	Pirang
		Pristigasteridae	<i>Ilisha elongata</i>	Puput	Biak mata
			<i>Opisthopterus tardoore</i>	Puput	Puput
3	Aulopiformes	Synodontidae	<i>Harpodon nehereus</i>	Luli, haruan tasik	Lomek
4	Myliobatiformes	Dasyatidae	<i>Telatrygon zugei</i>	Pari biasa, tuka-tuka, toka-toka	Pari kecil
5	Orectolobiformes	Hemiscylliidae	<i>Chiloscyllium arabicum</i>	Hiu bongo hitam, cucut dolok hitam	Hiu cicak
6	Perciformes	Polynemidae	<i>Eleutheronema tetradactylum</i>	Selangin, serangin, kuru, lalaut, baling, kesumbang, laceh, tikus-tikus, umpua, karauputih, kurau putih	Senangin
			<i>Leptomelanosoma indicum</i>	Kuru, kuru laut, kurau hitam	Kurau
			<i>Polydactylus sextarius</i>	Kuru	Senangin buih
			<i>Polynemus dubius</i>	Bulu-bulu	Senangin sungut panjang
		Ambassidae	<i>Ambassis gymnocephalus</i>	Pangkah	Seriding
		Carangidae	<i>Atropus atropos</i>	Kueh, pettah, damong, ramahar betina	Bulan-bulan
			<i>Selar boops</i>	Selar	Selar
			<i>Selar crumenophthalmus</i>	Selar	Selar
			<i>Scomberoides commersonianus</i>	Talang, daun bambu	Anak Talang
			<i>Decapterus macrerosoma</i>	Ikan es	Ikan es
			<i>Parastromateus niger</i>	Bawal hitam	Bawal hitam
	Drepaneidae		<i>Drepane longimana</i>	Bagongan	Tudung periok
	Leiognathidae		<i>Leiognathus equulus</i>	Peperek, kupi-kupi	Kekek
	Haemulidae		<i>Pomadasys argenteus</i>	Krot-krot, towito, mengantih, garut	Gerot
	Lutjanidae		<i>Lutjanus malabaricus</i>	Jenahah, tambangan, petehah, cabe watu, ketamba	Kakap merah
	Nemipteridae		<i>Nemipterus sp.</i>	Kurisi	Kurisi
	Priacanthidae		<i>Priacanthus tayenus</i>	Siriding tembakau, tomongong	Merah

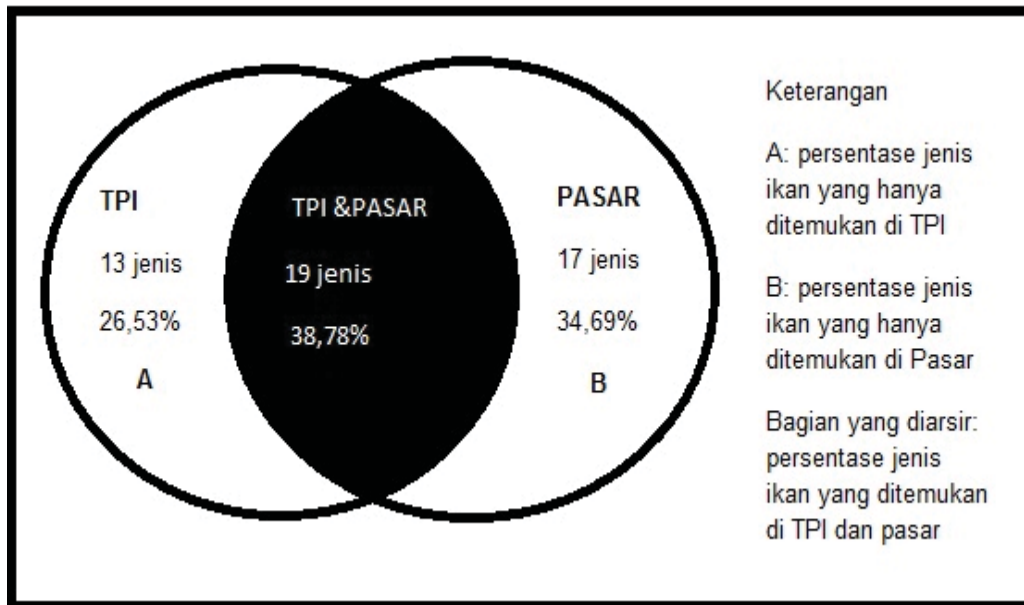
Tabel 1(lanjutan). Jenis-jenis ikan hasil tangkapan nelayan di Kecamatan Tungkal Ilir Tanjung Jabung Barat, Jambi

No	Ordo	Famili	Spesies	Nama Indonesia	Nama Kuala Tungkal
6	Perciformes	Scatophagidae	<i>Scatophagus argus</i>	Bidang	Kitang
			<i>Panna microdon</i>	Gomah-gomah, gigi jarang, gulamah, tigo wojo, kanglomo, ganglomo	Gulamah
		Scombridae	<i>Otolithoides biauritus</i>	Salampai, jarang gigi, pecah piring, gulamah	Gulamah jarang gigi
			<i>Atrobucca nibe</i>	Gulamah, tigawaja, diles	Selampai
			<i>Auxis rochei</i>	Tongkol, curubok	Tongkol
			<i>Rastrelliger kanagurta</i>	Kembung	Kembung
			<i>Scomberomorus lineolatus</i>	Tenggiri	Tenggiri papan
			<i>Scomberomorus commerson</i>	Tenggiri	Tenggiri
			<i>Epinephelus sexfasciatus</i>	Kerapu bebek, balang	Kerapu
			<i>Pampus chinensis</i>	Bawal, peda	Bawal
			<i>Pampus argenteus</i>	Bawal, peda	Bawal cermin
		Trichiuridae	<i>Eupleurogrammus muticus</i>	Timah-timah	Timah-timah
7	Pleuronectiformes	Soleidae	<i>Synaptura commersonnii</i>	Lidah, sebelah	Sebelah
8	Scorpaeniformes	Cynoglossidae	<i>Cynoglossus arel</i>	Lidah	Sebelah
		Synanceiidae	<i>Leptosynanceia asteroblepa</i>	Lepu ayoi	Lepu
		Platycephalidae	<i>Grammolites scaber</i>	Muntu kerbau, tekeh, muntu kerbo, baji-baji, petok, pahat, mangada, paha-paha, bedukan	Baji-baji
9	Siluriformes	Ariidae	<i>Netuma thalassina</i>	Manyung, jahan	Bagok
10	Synbranchiformes	Plotosidae	<i>Plotosus canius</i>	Sembilang	Sembilang
		Synbranchidae	<i>Ophisternon bengalense</i>	Pucuk kirai	Belut laut
11	Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Lagocephalus spadiceus</i>	Buntal pisang	Buntal

Tabel 2 Jenis ikan yang ditemukan di Tempat Pelelangan Ikan dan Pasar Ikan Parit 3 Kuala Tungkal

No	Nama Daerah Kuala Tungkal	Nama Ilmiah	TPI	Pasar Ikan Parit 3
1	Seriding	<i>Ambassis gymnocephalus</i>	+	-
2	Selar	<i>Selar boops</i>	+	+
3	Selar	<i>Selar crumenophthalmus</i>	+	+
4	Anak talang	<i>Scomberoides commersonianus</i>	+	+
5	Bulan-bulan	<i>Atropus atropus</i>	-	+
6	Bawal hitam	<i>Parastromateus niger</i>	-	+
7	Bilis	<i>Stolephorus commersonii</i>	+	+
8	Parang	<i>Chirocentrus dorab</i>	+	+
9	Terubuk	<i>Tenualosa macrura</i>	+	-
10	Tamban	<i>Dussumieria elopsoides</i>	-	+
11	Bulu ayam	<i>Coilia dussumieri</i>	+	+
12	Parikecil	<i>Telatrygon zugei</i>	-	+
13	Tudung periok	<i>Drepane longimana</i>	-	+
14	Pirang	<i>Setipinna tenuifilis</i>	+	+
15	Hiu cicak	<i>Chilosyllium arabicum</i>	+	+
16	Maco	<i>Leiognathus equulus</i>	+	-
17	Gerot	<i>Pomadasys argenteus</i>	-	+
18	Kakap merah	<i>Lutjanus malabaricus</i>	-	+
19	Malung	<i>Muraenesox bagio</i>	-	+
20	Baji-baji	<i>Grammoplites scaber</i>	+	-
21	Sembilang	<i>Plotosus canius</i>	-	+
22	Senangin	<i>Eleutheronema tetradactylum</i>	+	+
23	Kurau	<i>Leptomelanosoma indicum</i>	-	+
24	Senangin buih	<i>Polydactylus sextarius</i>	-	+
25	Senangin sungut panjang	<i>Polynemus dubius</i>	-	+
26	Merah	<i>Priacanthus tayenus</i>	+	+
27	Kitang	<i>Scatophagus argus</i>	+	-
28	Gulamah jarang gigi	<i>Otolithoides biauritus</i>	+	+
29	Kembung	<i>Rastrelliger kanagurta</i>	+	+
30	Tenggiri papan	<i>Scomberomorus lineolatus</i>	+	+
31	Lomek	<i>Harpadon nehereus</i>	-	+
32	Gulamah	<i>Panna microdon</i>	+	+
33	Selampai	<i>Atrobucca nibe</i>	-	+
34	Kerapu	<i>Epinephelus sexfasciatus</i>	-	+
35	Sebelah	<i>Synaptura commersonii</i>	+	-
36	Sebelah	<i>Cynoglossus arel</i>	+	+
37	Bawal BB	<i>Pampus chinensis</i>	-	+
38	Bawal cermin	<i>Pampus argenteus</i>	+	+
39	Lepu	<i>Leptosynanceia asteroblepa</i>	+	-
40	Belut laut	<i>Ophisternon bengalense</i>	+	-
41	Buntal	<i>Lagocephalus spadiceus</i>	+	-
42	Timah	<i>Eupleurogrammus muticus</i>	+	+
43	Biak mata	<i>Ilisha elongata</i>	+	+
44	Puput	<i>Opisthopterus tardoore</i>	+	+
45	Tongkol	<i>Auxis rochei</i>	+	-
46	Kurisi	<i>Nemipterus sp.</i>	+	-
47	Bagok	<i>Netuma thalassina</i>	-	+
48	Tenggiri	<i>Scomberomorus sp.</i>	+	-
49	Ikan es	<i>Decapterus macrosoma</i>	+	-
Jumlah Jenis			32	36

Keterangan : (+) = ditemukan (-) = tidak ditemukan



Gambar 1. Persentase jumlah jenis ikan berdasarkan lokasi

Pembahasan

Hasil identifikasi menunjukkan terdapat 49 jenis ikan dari 11 ordo dan 32 famili hasil tangkapan nelayan, baik di TPI ataupun di Pasar ikan Kuala Tungkal Kabupaten Tanjung Jabung Barat. Dari 11 ordo yang didapatkan selama penelitian, jenis ikan yang paling banyak ditemukan berasal dari Ordo Perciformes yang tersebar dalam 16 famili. Menurut Konishi (2007) Ordo Perciformes merupakan kelompok ikan komersial dan yang paling banyak tersebar di kawasan Asia Tenggara serta terdapat 48 famili yang termasuk dalam Ordo Perciformes. Pada penelitian ini ditemukan 16 famili yang berarti 33% dari keseluruhan famili dalam ordo Perciformes di kawasan Asia Tenggara dapat ditemukan di Kuala Tungkal. Jumlah sebanyak 49 jenis ini tidak jauh berbeda jika dibandingkan dengan hasil penelitian Prianto & Suryati (2009) yang mendapatkan 49 jenis ikan di muara Sungai Musi Palembang, sedangkan Hartati *et al.* (2010) mendapatkan 20 jenis ikan dengan jumlah tangkapan yang relatif rendah.

Alat tangkap yang digunakan nelayan Pasar Parit 3 Kuala Tungkal adalah pukot harimau

sehingga jenis ikan yang tertangkap lebih banyak, sedangkan alat tangkap yang digunakan oleh nelayan TPI adalah jaring sehingga ikan yang tertangkap hanya ikan dengan ukuran tertentu. Menurut Chaihua *et al.* (2008) dan Jarwanto *et al.* (2014), ukuran dan jenis alat tangkap memengaruhi efisiensi operasi penangkapan, karena semakin lebar ukuran alat tangkap pukot harimau, maka areal dasar perairan yang disapu akan semakin luas. Dengan demikian jumlah biota laut yang tertangkap oleh alat tangkap tersebut juga akan semakin besar.

Musim juga sangat berpengaruh terhadap hasil tangkapan. Dalam satu tahun ada dua musim yaitu musim angin timur timur dan musim angin barat. Pengambilan sampel ikan dilakukan pada bulan Juli sampai Agustus yang merupakan musim angin timur. Hal ini menyebabkan jenis ikan hasil tangkapan nelayan melimpah. Hasil penelitian Hendiarti (2008) menunjukkan bahwa musim angin timur (Juni-September) merupakan musim panen bagi nelayan yang melaut di perairan Samudera Hindia, Laut Jawa dan Selat Sunda.



Bulu ayam (*Coilia dussumieri*)



Baji-baji (*Grammoplites scaber*)



Kekek (*Leiognathus equulus*)



Kitang (*Scatophagus argus*)



Lepu (*Leptosynanceia asteroblepa*)



Gulamah (*Panna microdon*)



Sebelah (*Synaptura commersonnii*)



Bulan-bulan (*Atropus atropus*)



Senangin buih (*Polydactylus sextarius*)



Biak mata (*Ilisha elongata*)



Pirang (*Setipinna peonix*)



Tenggiri papan (*Scomberomorus lineolatus*)



Tamban (*Dussumieria elopoides*)



Ikan sembilang (*Plotosus canius*)



Gerot (*Pomadasys argenteus*)

Gambar 2. Beberapa jenis ikan tangkapan nelayan di Kecamatan Tungkal Ilir Tanjung Jabung Barat, Jambi

Hasil tangkapan nelayan di TPI lebih sedikit daripada nelayan yang berada di Pasar Ikan Parit 3. Hal ini disebabkan daerah jelajah yang berbeda. Pada musim ini kondisi gelombang juga sedang tinggi sehingga memungkinkan terjadinya penyebaran ikan yang tidak merata di sekitar kawasan laut Kuala Tungkal. Penyebaran yang tidak merata ini menyebabkan adanya jenis-jenis ikan tertentu yang banyak didapatkan di Pasar, namun tidak ditemukan di TPI.

Perbedaan jenis ikan hasil tangkapan nelayan TPI dan pasar ikan Parit 3 Kuala Tungkal juga disebabkan oleh perbedaan daerah tangkap nelayan. Daerah tangkap nelayan Pasar Ikan tidak jauh dari pesisir pantai yaitu di kawasan laut dangkal, sedangkan daerah tangkap nelayan TPI jauh dari pesisir pantai yaitu meliputi kawasan laut dalam. Kehidupan ikan di laut tersebar luas baik di kawasan laut dangkal maupun di kawasan laut dalam (Embarek *et al.* 2017). Hampir seluruh jenis ikan yang didapatkan nelayan baik di TPI ataupun di Pasar Parit 3 Kuala Tungkal bernilai ekonomis penting, antara lain bawal hitam, tongkol, kurisi, tenggiri, kakap merah, senangin, selar, dan ikan kembung. Ikan sampah yang ada di TPI merupakan ikan-ikan yang tidak memiliki nilai ekonomis dan ikan yang berukuran sangat kecil. Penggolongan ikan sampah juga termasuk ikan kiriman dari pasar yaitu ikan yang kondisinya kurang baik dan ikan yang sudah tidak terjual lagi. Ikan sampah yang ada di TPI selanjutnya akan diolah menjadi pelet (pakan ikan) dan ikan asin. Pengolahan ikan sampah ini menghasilkan produk yang memiliki nilai ekonomis sehingga dapat dipasarkan kepada masyarakat.

Berdasarkan hasil wawancara dengan nelayan Kuala Tungkal, daerah tangkapan nelayan adalah perairan Tungkal-Jambi dan Pulau Batam-Riau serta Perairan Palembang. Beberapa jenis

alat tangkap yang biasa digunakan nelayan di Kabupaten Tanjung Jabung Barat antara lain pukot udang, pukot pantai, jaring insang hanyut, jaring insang tetap, sero, jermal, alat pengumpul kerang, alat pengumpul kepiting, dan jala.

TPI merupakan tempat pembongkaran hasil tangkapan nelayan sekaligus sebagai tempat pelelangan hasil tangkapan tersebut. Nelayan yang ada di TPI terikat kerjasama dengan Departemen Kelautan dan Perikanan (DKP) Provinsi Jambi. Bentuk kerjasama tersebut dalam pendanaan yang diperlukan dalam kegiatan nelayan, termasuk peralatan dan kapal yang digunakan. Hasil tangkapan yang dilelang di tempat ini yaitu udang dan ikan.

Nelayan yang ada di TPI biasanya pergi melaut selama satu minggu hingga satu bulan. Jumlah awak kapal biasanya 4 sampai 7 orang. Selain itu ada pula nelayan yang pulang dalam satu hari saja, yaitu hanya untuk mengantarkan ikan-ikan sampah ke TPI. Nelayan harian ini adalah nelayan yang menggunakan kapal berukuran kecil, sehingga kapasitas muatan kapal juga sedikit. Hal ini tidak memungkinkan untuk nelayan pergi melaut dalam jangka waktu satu minggu atau satu bulan.

Hasil penelitian yang telah dilakukan di TPI dan Pasar Ikan Parit 3 Kuala Tungkal, menunjukkan bahwa Kuala Tungkal memiliki sumber daya ikan yang cukup tinggi. Dari keseluruhan jenis ikan hasil tangkapan nelayan ada beberapa jenis ikan yang selalu banyak tertangkap oleh nelayan yaitu ikan baliak mata, selar, dan gulama. Ikan-ikan tersebut selalu banyak tertangkap karena ikan baliak mata, selar, dan gulama hidup secara bergerombolan dan hidup di perairan pantai sehingga ketiga jenis ikan tersebut mudah didapatkan. Selain itu ada pula jenis ikan yang hanya didapat pada musim tertentu seperti ikan

merah (*Priacanthus tayenus*). Ikan merah hanya didapat pada saat bulan purnama atau ketika air laut sedang tinggi, karena ikan ini hidup di kawasan perairan dalam.

Simpulan

Selama penelitian diperoleh 49 jenis ikan dari 11 ordo dan 32 famili hasil tangkapan nelayan, baik di Tempat Pelelangan Ikan maupun di Pasar ikan Kuala Tungkal Kabupaten Tanjung Jabung Barat. Alat tangkap dan daerah jelajah menjadi faktor penting banyaknya keanekaragaman jenis-jenis ikan hasil tangkapan nelayan.

Daftar Pustaka

- BPS Tanjung Jabung Barat. 2015. Tanjung Jabung Barat dalam Angka. <https://randal-jambi.files.wordpress.com/2016/05/tanjung-jabung-barat-dalam-angka-2015.pdf>.
- Castillo-Rivera M, Ortiz-Burgos S, Zárate-Hernández R. 2017. Temporal changes in species richness and fish composition in submerged vegetation habitat in Veracruz, Mexico. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 47(1): 23-32.
- Chaihua MA, You K, Zhang M, Li F, and Chen D. 2008. A preliminary study on the diversity of fish species and marine fish faunas of the South China Sea. *Journal of Ocean University of China (Oceanic and Coastal Sea Research)*, 7(2): 210-214
- Dinas Perikanan Provinsi Jambi. 2013. *Statistik Perikanan Laut*. Jambi.
- Embarek R, Amara R, Kara MH. 2017. Fish assemblage structure in shallow waters of The Mellah Lagoon (Algeria): Sesonal and spatial distribution pattern and relation to environmental parameters. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 47 (2): 133-144
- Ernawati T. 2007. Distribusi dan komposisi jenis ikan demersal yang tertangkap trawl pada musim barat di Perairan Utara Jawa Tengah. *Jurnal Ikhtologi Indonesia*, 7(1): 41-45
- Genisa AS. 1999. Pengenalan jenis-jenis ikan laut ekonomi penting di Indonesia. *Oseana*, 24(1): 17-38
- Hartati ST, Wahyuni IS, Indarsyah IJ. 2010. Pemanfaatan sumber daya ikan di perairan Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 16(1): 9-19.
- Hendiarti N. 2008. Hubungan antara keberadaan ikan pelagis dengan fenomena oseanografi dan perubahan iklim musiman berdasarkan analisis data penginderaan jauh. *Majalah Ilmiah Globe* 10(1):19-25.
- Hidayah N, Boesono H, Setiyanto I. 2017. Analisis tingkat efisiensi Tempat Pelelangan Ikan (TPI) di Kabupaten Batang. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 6(3):74-80.
- Konishi Y. 2007. *Guide to Identification to Order and Family and Main Characters of Larvae of Commercially Important Fish in the South East Asia Region*. Thailand. The Regional Training Workshop on Larval Fish identification and Fish Early Life History Science. SEAFDEC/TD. Samut Prakan, Thailand 16-31 May 2007.
- Jarwanto S, Isnaniah, Syofyan I. 2014. Efficiency of trawl cod end for catching result in Lambur Luar East Muara Sabak East Tanjung Jabung Jambi Province. *Jurnal online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*, 1(2): 1-13
- Luzencyk A. 2017. Change in biological reference points under different biological, fishery, and environmental factors. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria*, 47(1): 41-51.
- Prianto E, Suryati NK. 2009. Komposisi jenis dan potensi sumber daya ikan di Muara Sungai Musi. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 16(1):1-8.
- Ridho MR. 2008. Potensi sumber daya ikan dari arah pengembangan wilayah pesisir Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan & SDA*, 7(3): 148-157.
- Saanin H. 1986. *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan*. Vol. 1 dan II. Bina Cipta. Jakarta.
- White WT, Last PR, Stevens JD, Yearsley GK, Fahmi, Dharmadi. 2006. *Economically Important Sharks and Rays of Indonesia*. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR). Australia.

White WT, Last PR, Dharmadi, Faizah R, Chodrijah U, Prisantoso BI, Pogonoski JJ, Puckridge M, Blaber SJM. 2013. *Market*

Fishes of Indonesia. Australian Centre for International Research (ACIAR). Australia.

Penjantanan ikan gapi, *Poecilia reticulata* Peters, 1859 dengan pemberian ekstrak jeroan teripang pasir (*Holothuria scabra*)

[Masculinization of guppy fish (*Poecilia reticulata* Peters, 1859) with extract of sea cucumber (*Holothuria scabra*)]

Anugerah Saputra, Astri Wulandari, Ernawati, Muhammad Amri Yusuf, Irvan Eriswandy, Andi Aliah Hidayani✉

Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Kampus Tamalanrea, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10, Makassar, 90245

Diterima: 29 Juni 2017; Disetujui: 1 Mei 2018

Abstrak

Ikan gapi *Poecilia reticulata* merupakan salah satu jenis ikan hias air tawar yang banyak digemari karena mudah dipelihara, dan memiliki variasi warna yang indah, terutama jantannya. Salah satu metode untuk menghasilkan ikan gapi jantan adalah dengan metode pembalikan kelamin melalui produksi penjantanan ikan gapi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis hormon perlakuan ekstrak jeroan teripang pasir terhadap proses penjantanan ikan gapi. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan perendaman induk ikan gapi yang telah dipijahkan ke dalam larutan ekstrak jeroan teripang pasir selama 24 jam dengan dosis berbeda, yaitu 0 mg L⁻¹, 10 mg L⁻¹, 20 mg L⁻¹, 30 mg L⁻¹ dan 22 mg L⁻¹ (metiltestosteron sebagai kontrol positif). Parameter yang diukur adalah persentase ikan jantan yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa walaupun pengaruh antarperlakuan yang diberikan tidak berbeda nyata, tetapi dapat dikatakan berbeda nyata terhadap perlakuan 0 mg L⁻¹ (kontrol) sehingga diperoleh hasil terbaik untuk penjantanan ikan gapi pada dosis perendaman 30 mg L⁻¹ dan sintasan terbaik pada perlakuan 0 mg L⁻¹ (kontrol). Hasil penelitian ini memberikan informasi bahwa teknologi penjantanan pada induk ikan gapi dapat dilakukan dengan memanfaatkan ekstrak jeroan teripang pasir yang selama ini dianggap sebagai limbah.

Kata penting: ikan gapi, metiltestosteron, sintasan, teripang pasir

Abstract

Guppy fish *Poecilia reticulata* is one of the most popular freshwater ornamental fish species because it is easy to maintain, and has beautiful variations of color, especially males. One method to produce male guppy is masculinization method. This study aimed to determine the dose of hormone treatment from visceral organ of sea cucumber to the process masculinization of fish guppy. This study used a completely randomized design with the immersion treatment of parent guppy which has been bred into the extract solution of sea cucumber innards for 24 hours with different doses i.e. 0 mg L⁻¹, 10 mg L⁻¹, 20 mg L⁻¹, 30 mg L⁻¹ and 22 mg L⁻¹ (methyltestosterone as positive control). The parameter measured was the percentage of male fish produced. The results showed that although the effect of the treatment was not significantly different, but it can be said to be significantly different to the treatment of 0 mg L⁻¹ (control) to obtain the best result for masculinization of guppy at 30 mg L⁻¹ immersion and the best survival rate on treatment of 0 mg L⁻¹ (control). The results of this study suggest that the masculinization technology on the parent stock can be done using extracts of sea cucumber innards which has been considered as waste.

Keywords: guppy fish, methyltestosterone, survival rate, sea cucumber

Pendahuluan

Ikan gapi (*Poecilia reticulata*) merupakan salah satu jenis ikan hias air tawar yang banyak dibudidayakan karena mudah dipelihara serta memiliki variasi warna yang indah, terutama pada ikan jantan (Zairin *et al.* 2002). Penampakan morfologi ikan gapi jantan sangat berbeda dengan betina. Ikan gapi jantan mempunyai warna

tubuh yang cemerlang dengan pola warna yang beragam, sedangkan warna tubuh betina umumnya monoton. Selanjutnya Zairin *et al.* (2002) juga menyatakan bahwa warna tubuh, bentuk sirip ekor dan pola warna tubuh ikan gapi terkait dengan jenis kelamin. Adanya perbedaan dalam penampakan tersebut menyebabkan ikan gapi jantan lebih bernilai ekonomis dibandingkan dengan betina, sehingga budi daya ikan gapi kela-

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: aliah.achs80@gmail.com

min tunggal jantan sangat diminati oleh para pembudidaya ikan (Muslim 2010).

Faktor genetik yang didukung oleh lingkungan sangat menentukan jenis kelamin suatu individu, namun pengarahannya pada ikan dapat dilakukan dengan pemberian hormon steroid (Mardiana 2009), dengan memanfaatkan fase diferensiasi kelamin (Sarida *et al.* 2011). Tujuan utama teknik pembalikan kelamin ini adalah menghasilkan populasi kelamin tunggal, karena pembudidayaan ikan kelamin tunggal memiliki banyak keuntungan seperti pertumbuhan yang lebih cepat, mencegah pemijahan liar, mendapatkan performa yang menarik serta dapat menunjang genetik ikan melalui teknik pemurnian ras ikan (Zairin 2002). Pembalikan kelamin secara buatan dapat dilakukan karena pada awal perkembangan embrio atau larva belum terjadi diferensiasi kelamin. Diferensiasi kelamin ini sangat erat kaitannya terhadap seluruh aktivitas yang berhubungan dengan keberadaan gonad dimulai dari perpindahan awal sel nutfah, munculnya bagian tepi gonad dan diferensiasi gonad menjadi testis atau ovarium (Muslim 2011). Proses diferensiasi kelamin dimulai ketika gonad berkembang baik menjadi spermatogonia maupun oogonia dan semua gonad vertebrata memiliki jaringan yang akan terdiferensiasi menjadi testis atau ovarium (Emilda 2015). Proses pengarahannya jenis kelamin pada ikan dapat dilakukan dengan memanipulasi suhu lingkungan (Arfah *et al.* 2005) atau melalui perlakuan hormon pada periode labil (sebelum terjadi diferensiasi kelamin) (Riani *et al.* 2010).

Hormon yang umum digunakan dalam pembalikan kelamin jantan adalah hormon steroid jenis androgen seperti testosteron atau metiltestosteron (Triajie 2010). Hormon ini berperan dalam memacu pertumbuhan dan pembentukan sifat kelamin jantan. Hormon steroid yang sering

digunakan dalam teknik ini adalah 17α -metiltestosteron yang merupakan hormon sintetik dengan perubahan molekul pada atom karbon ke-17 diinduksikan gugus metil yang bertujuan lebih lama bereaksi di dalam tubuh (Muslim 2010). Namun, dalam perkembangannya, penggunaan hormon sintetik ini mulai dibatasi karena berpotensi mengganggu sistem endokrin, hipoksia pada manusia, ikan dan hewan lain yang terdedah baik secara langsung maupun tidak langsung (Sarida *et al.* 2011). Kelemahan lainnya yaitu residunya menjadi bahan pencemar lingkungan (Phelps *et al.* 2001) dan juga menjadi penyebab kanker pada manusia (Sudrajat & Sarida 2006), dan dapat mengakibatkan paradoksial menjadi betina, terutama bila waktu pemberian yang terlalu lama (Gemilang *et al.* 2016). Penggunaan hormon ini secara berlebihan akan menyebabkan ikan menjadi jantan sebelum waktunya sehingga akan menghambat pertumbuhan (Mantau 2005). Pelarangan penggunaan hormon tersebut juga diperkuat dengan adanya Surat Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan KEP.20/MEN/2003 yang mencantumkan bahwa hormon 17α -metiltestosteron termasuk dalam obat keras (Akbar & Hanafie 2013) yang dapat memengaruhi keamanan pangan dan kelestarian lingkungan (Haq *et al.* 2013). Selain itu peredaran hormon ini terbatas sehingga harga mahal dan sulit diperoleh (Muslim 2010). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengganti hormon sintetik tersebut dengan hormon alami dari ekstrak jeroan teripang pasir untuk kegiatan pembalikan kelamin jantan.

Teripang pasir (*Holothuria scabra*) merupakan salah satu biota laut yang memiliki kandungan protein tinggi, kadar lemak rendah serta dipercaya sebagai afrodisiak karena kandungan steroid yang tinggi (Emilda 2015). Kandungan gizi yang dimiliki teripang antara lain 9 jenis karbohidrat, 59 jenis asam lemak, 19 jenis asam

amino, 25 komponen vitamin, 10 jenis mineral dan 5 jenis sterol (Triajie 2010). Kandungan asam amino yang tertinggi pada teripang pasir adalah prolin dan asam glutamat yang berfungsi sebagai penghasil senyawa steroid jenis testosteron yang merupakan hormon androgen (Karnila *et al.* 2011). Salah satu bagian teripang pasir yang memiliki kandungan steroid tertinggi adalah ekstrak jeroan teripang pasir, di mana 1 kg jeroan basah (21,28 g ekstrak kasar) mengandung steroid $6,124 \mu\text{g kg}^{-1}$ jenis testosteron (Kustiariyah 2006). Umumnya steroid pada hewan dihasilkan dari organ reproduksi dan organ visceral salah satunya adalah usus yang selama ini tidak dimanfaatkan (limbah) yang tidak bernilai ekonomis lagi. Hormon steroid inilah yang pertama kali akan merangsang fenomena reproduksi seperti merangsang diferensiasi gonad, gametogenesis, ovulasi, spermatogenesis, pemijahan dan tingkah laku kawin. Selanjutnya steroid akan merangsang ciri-ciri kelamin eksternal, perubahan morfologi dan fisiologi saat memijah dan produksi feromon (Emilda 2015).

Secara fisiologis, pemberian hormon steroid dapat mengarahkan jenis kelamin ikan terutama jika diberikan sebelum gonad berdiferensiasi (Piferrer 2001). Beberapa faktor yang dapat memengaruhi efektifitas pemberian hormon yaitu metode pemberian hormon, jenis dan dosis hormon, waktu diferensiasi kelamin serta suhu (Yuniarti *et al.* 2009). Metode pemberian hormon steroid terbaik dalam mengarahkan diferensiasi kelamin adalah melalui oral dan perendaman (Mardiana 2009). Menurut Piferrer (2001) perlakuan dosis hormon sangat terkait dengan lama perlakuan. Terdapat hubungan terbalik antara tingkat dosis dan lama perendaman di mana dosis yang lebih tinggi membutuhkan waktu perendaman yang lebih singkat dan begitupun sebaliknya dengan dosis yang rendah membutuhkan

waktu yang lebih lama (Hunter & Donaldson 1983). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis hormon ekstrak jeroan teripang pasir dengan waktu perendaman induk yang sedang bunting selama 24 jam terhadap proses penjantanan ikan gapi.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Panti Pembenihan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin (UNHAS) pada bulan April sampai Juni 2017. Pembuatan ekstrak jeroan teripang pasir dilakukan di Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin.

Rancangan percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap satu faktor dengan tiga ulangan. Faktor yang diuji adalah perbedaan dosis perendaman lima taraf perlakuan (Yustina *et al.* 2012) yaitu perlakuan A (0 mg L^{-1} , Kontrol); B (10 mg L^{-1}); C (20 mg L^{-1}); D (30 mg L^{-1}), dan E (22 mg L^{-1} , metiltestosteron). Ikan uji yang digunakan adalah induk ikan gapi berumur enam bulan yang dipilih secara acak serta dipijahkan secara alami dalam wadah terkontrol dengan perbandingan jantan dan betina 4 : 3.

Pembuatan ekstrak jeroan teripang pasir dan proses perendaman ikan

Ekstrak jeroan teripang pasir ini dibuat dengan cara mengeluarkan usus teripang pasir dan diletakkan dalam wadah, kemudian dibekukan dalam freezer (24 jam). Wadah yang berisi jeroan teripang pasir dimasukkan ke dalam *freeze dry* selama 24 jam pada suhu -75°C dan tekanan $-0,1 \text{ Mpa}$. Setelah kering jeroan teripang diblender, lalu diayak dengan saringan halus ($0,42$

mm). Ekstrak jeroan teripang pasir siap digunakan untuk proses penjantanan ikan gapi.

Pembuatan larutan perendaman dilakukan dengan cara melarutkan tepung teripang dengan larutan metanol (alkohol 90%) sebanyak 1 ml dalam masing-masing wadah perendaman yang telah diisi 1 liter air, kemudian diberi aerasi agar ekstrak jeroan teripang pasir larut dalam air. Media perendaman yang digunakan sebanyak 15 buah. Perendaman induk bunting dalam larutan ekstrak jeroan teripang pasir dilakukan dengan perlakuan A, B, C, D dan E selama 24 jam.

Setelah melalui proses perendaman, induk ikan gapi dipelihara masing-masing dalam akuarium ukuran 50 cm x 30 cm x 25 cm sebanyak 15 buah. Sebelum digunakan, akuarium untuk pemeliharaan dicuci terlebih dahulu agar bebas dari kotoran, kemudian dibilas dengan air bersih, lalu masing-masing akuarium diisi dengan air bersih sebanyak 2 L yang telah diendapkan selama 24 jam sebelumnya. Selama masa pemeliharaan, induk dan anak gapi yang telah lahir diberi pakan diantaranya berupa pakan pellet bubuk, pakan ikan hias, serta jentik nyamuk dengan frekuensi dua kali sehari. Untuk menjaga kualitas air di dalam akuarium tetap stabil, dilakukan penyiponan kotoran ikan selama masa pemeliharaan. Penyiponan sisa-sisa pakan dilakukan setiap hari disertai penggantian air sekitar 20-30%. Pemeliharaan anak ikan gapi dilakukan hingga berumur 2-4 minggu.

Identifikasi jenis kelamin ikan uji

Identifikasi jenis kelamin anak ikan gapi dapat dilakukan setelah larva berumur 2-4 minggu. Pengamatan morfologis dilakukan dengan melihat ciri fisik anak ikan gapi. Ikan jantan dapat dikenali dengan memiliki warna yang lebih gelap, sirip yang lebih panjang dan jika diamati dari arah dorsal ukuran tubuh lebih kecil diban-

dingkan dengan ikan betina dan khusus pada bagian sirip anal memiliki bentuk yang lancip atau meruncing membentuk gonopodium. Ikan betina dicirikan warna lebih pucat, dan sirip yang lebih pendek khusus pada bagian sirip anal memiliki bentuk yang agak bulat melengkung. Selain itu ikan jantan terlihat lebih agresif dibandingkan dengan ikan betina.

Parameter penelitian

Parameter yang diamati adalah proporsi jenis kelamin anak ikan gapi setelah diberikan ekstrak jeroan teripang pasir. Pengamatan terhadap jenis kelamin anak ikan gapi dilakukan secara morfologis dengan melihat ciri fisik ikan.

Persentase individu jantan dihitung dengan rumus :

Persentase jantan = $(\text{jumlah jantan} / \text{jumlah total ikan}) \times 100\%$

Tingkat sintasan dihitung dengan menggunakan rumus:

Tingkat sintasan = $(\text{jumlah ikan yang hidup} / \text{jumlah total ikan}) \times 100\%$

Analisis data

Data dianalisis menggunakan *analisis of varian* (ANOVA) dan uji lanjut berupa Uji Tukey untuk menentukan adanya hubungan antara dosis pada tiap perlakuan dengan jenis kelamin.

Hasil

Nisbah kelamin jantan

Berdasarkan hasil identifikasi pada akhir pengujian ekstrak jeroan teripang pasir terhadap ikan gapi dengan lama perendaman selama 24 jam dan masa pemeliharaan selama 2-4 minggu, didapatkan data rata-rata persentase jenis kelamin jantan untuk taraf perlakuan A (kontrol negatif), B, C, D, dan E (kontrol positif) berturut-

turut yaitu 0,0%; 50,00%; 64,88%; 88,89% dan 33,33%.

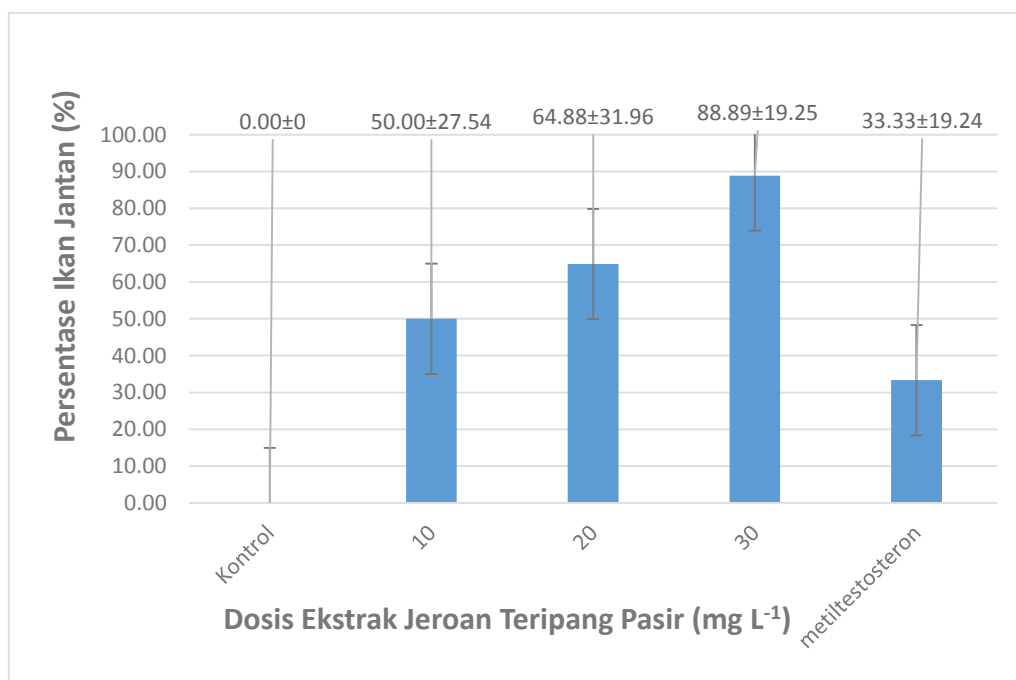
Hasil *analisis of varian* dengan taraf kepercayaan 95% terbukti bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap nisbah kelamin. Hasil analisis menggunakan Uji Tuckey menunjukkan bahwa perlakuan B, C, D, dan E berbeda nyata dengan perlakuan A. Perlakuan B dan C tidak berbeda nyata dengan perlakuan E, namun perlakuan D berbeda nyata dengan perlakuan E. Hal tersebut menunjukkan bahwa ekstrak jeroan teripang pasir dan 17α -metiltestosteron yang diberikan dapat mengarahkan terbentuknya kelamin jantan pada ikan gapi.

Peningkatan jumlah persentase ikan gapi yang berkelamin jantan dari hasil perendaman embrio dengan menggunakan ekstrak jeroan te-

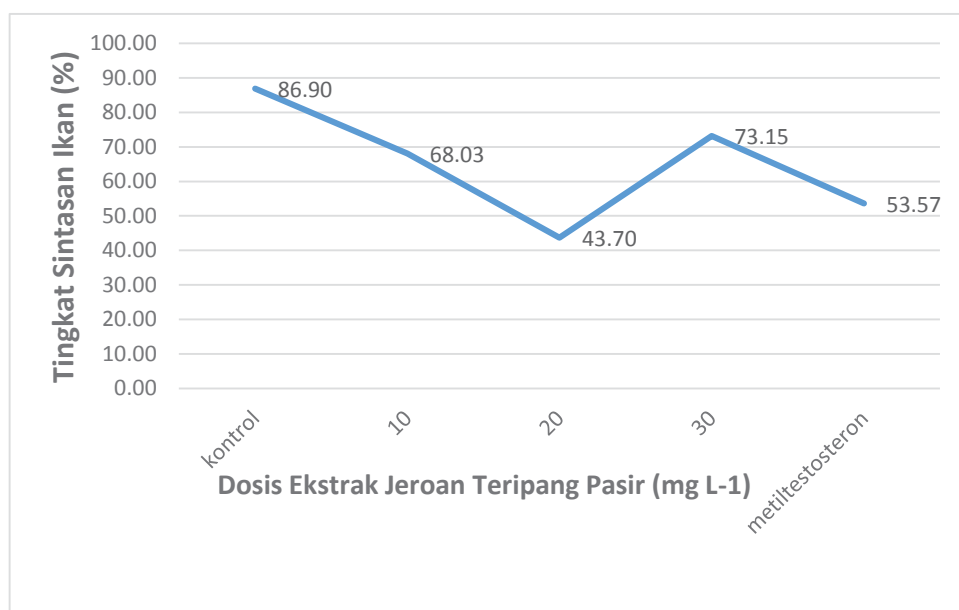
ripang memperlihatkan dosis terbaik pada perlakuan D (30 mg L^{-1}) sebesar 88,89%. jika dibandingkan dengan perlakuan A (Kontrol -) dan perlakuan E (Kontrol +), walaupun tidak berbeda nyata antar perlakuan B dan C (Gambar 1).

Tingkat sintasan ikan gapi

Tingkat sintasan ikan gapi selama pemeliharaan 2-4 minggu menggunakan dosis yang berbeda didapatkan data berkisar antara 43,7 %-86,9% (Gambar 2). Pada perlakuan dosis kontrol tingkat sintasannya sangat tinggi yakni 86,9% sangat jauh berbeda dengan perlakuan lain seperti perlakuan dengan metiltestosteron yang memiliki tingkat sintasan 53,57% serta perlakuan pemberian ekstrak jeroan teripang pasir yang berkisar antara 43,7%-73,15%.



Gambar 1. Persentase ikan gapi jantan dengan pemberian ekstrak jeroan teripang pasir pada dosis yang berbeda dan direndam selama 24 jam.



Gambar 2. Persentase tingkat sintasan ikan gapi dengan pemberian perlakuan dengan dosis yang berbeda

Pembahasan

Nisbah kelamin jantan

Berdasarkan hasil penelitian, tampaknya pembentukan kelamin jantan tertinggi terjadi pada perlakuan D dengan dosis perendaman 30 mg L⁻¹ yang direndam selama 24 jam yaitu 88,89%. Ini membuktikan bahwa ekstrak jeroan teripang pasir dapat memberikan respons positif terhadap peningkatan persentase jantan pada ikan gapi. Triajie (2008) menyatakan bahwa ekstrak teripang pasir merupakan hormon androgenik yang dapat menyebabkan bertambahnya level testosteron dalam tubuh sehingga dapat mengarahkan jenis kelamin menjadi jantan. Konsentrasi testosteron dalam satu gram ekstrak steroid dari jeroan teripang sebesar 527 ppm (Emelda 2008) dan ini merupakan kandungan tertinggi jika dibandingkan dengan bagian tubuh lain dari teripang pasir (Kustiariyah 2006). Hasil yang sama juga diperoleh dalam penelitian Yustina *et al.* (2012) pada ikan cupang (*Betta splendens*) dengan menggunakan ekstrak steroid teripang 30 mg L⁻¹ (perlakuan D) menghasilkan jantan hingga 66,66%.

Diduga perendaman ekstrak steroid teripang dengan dosis 30 mg L⁻¹ ini merupakan dosis yang optimum yang dapat memberikan hasil penjantanan maksimal pada ikan gapi dan ikan cupang. Sementara pada dosis 10 mg L⁻¹ (perlakuan B) dan 20 mg L⁻¹ (perlakuan C) menunjukkan hasil yang lebih rendah disebabkan pada dosis tersebut belum mampu mengubah jenis kelamin ikan secara sempurna bahkan dapat mengakibatkan individu interseks (Muslim *et al.* 2011a). Penggunaan metilttestosteron juga menunjukkan persentase jantan yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan ekstrak jeroan teripang pasir. Hasil ini agak berbeda jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh Zairin *et al.* (2002) dan Arfah *et al.* (2005). Penelitian Zairin *et al.* (2002) memperoleh persentase keturunan jantan hingga 100% melalui perendaman metilttestosteron sintetis dengan dosis 2 mg L⁻¹ selama 24 dan 48 jam, sementara penelitian Arfah *et al.* (2005) mendapatkan hasil persentase keturunan jantan tertinggi 92,67% dengan menggunakan dosis 1 mg L⁻¹ yang dikombinasikan dengan perlakuan

suhu 27°C. Perbedaan dengan hasil penelitian kami diduga akibat tingginya dosis metiltestosteron yang diberikan yaitu 22 mg L⁻¹. Penggunaan dosis metiltestosteron 22 mg L⁻¹ didasari oleh penelitian yang dilakukan oleh Huwoyon *et al.* (2008) yang menggunakan dosis metiltestosteron 5-20 mg L⁻¹ menunjukkan persentase jantan <90%. Oleh karena rendahnya persentase jantan yang dihasilkan pada dosis 20 mg L⁻¹, sehingga dalam penelitian ini kami menggunakan dosis 22 mg L⁻¹. Selain itu dosis yang kami gunakan dalam penelitian ini sesuai dengan dosis yang digunakan oleh Yustina *et al.* (2012) dalam penelitiannya dengan menggunakan tepung teripang pasir pada ikan cupang. Pada kontrol negatif tidak dapat menghasilkan ikan jantan (0%) dan ini menunjukkan bahwa pada kontrol tersebut tidak terdapat proses pembalikan kelamin dari betina ke jantan. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya nisbah yang tidak seimbang antara jantan dan betina karena ditentukan oleh sifat genetik penentu jenis kelamin (Zairin *et al.* 2002). Dalam kasus ini penelitian ini menunjukkan bahwa sifat genetik penentu jenis kelamin pada betina lebih dominan dibandingkan dengan jantan.

Pemberian dosis hormon steroid harus tepat sehingga dapat menghambat pembentukan ovari dan mempercepat pembentukan gonad jantan, sehingga gonad akan berkembang menjadi testis (Yustina *et al.* 2012). Dosis hormon yang berlebihan dapat menyebabkan timbulnya tekanan saat pembentukan gonad, efek paradoksial dan tingginya mortalitas (Mardiana 2009). Selain faktor dosis, metode dan waktu pemberian hormon serta suhu juga merupakan faktor penting yang memengaruhi keberhasilan pembalikan kelamin (Purwati *et al.* 2004). Menurut Pandian & Sheela (1995), perlakuan melalui oral dan perendaman untuk pembalikan kelamin merupakan metode yang terbaik dalam pemanfaatan hor-

mon steroid. Dalam metode perendaman, masuknya hormon ke dalam tubuh larva diduga melalui proses osmosis. Dosis hormon dalam media pemeliharaan lebih tinggi daripada dosis hormon di dalam tubuh larva itu sendiri, sehingga hormon di dalam media masuk secara difusi ke dalam tubuh larva (Irmasari *et al.* 2012), kemudian lanjut ke peredaran darah dan mencapai target perlakuan akhir pada gonad (Akbar & Hanafie 2013). Penyerapan hormon yang masuk ke dalam tubuh sangat dipengaruhi oleh dosis hormon dan waktu perendaman (Muslim 2010).

Keberhasilan pengarahannya sangat dipengaruhi oleh waktu pemberian hormon steroid (Hidayani *et al.* 2016), karena berkaitan dengan diferensiasi yang bersifat khas pada setiap spesies (Riani *et al.* 2010). Menurut Mardiana (2009), umumnya pada ikan periode diferensiasi seks terjadi saat stadia larva hingga burayak, kecuali pada famili Poeciliidae yang hanya terjadi pada fase embrio. Stadia larva merupakan periode labil ketika gonad belum terdiferensiasi (Riani *et al.* 2010), sehingga mudah dipengaruhi oleh hormon dari luar (Purwati *et al.* 2004). Hal tersebut disebabkan pada stadia ini perkembangan otak masih dalam keadaan bipotensial dalam pembentukan kelamin baik secara fenotip, tingkah laku maupun fungsional (Carman *et al.* 2008, Kautsari *et al.* 2015). Selain itu aplikasi pada fase ini juga akan memberikan efek perubahan yang bersifat permanen (*organisational effect*) (Arisandi 2012). Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, masa diferensiasi ikan gapi yaitu pada saat embriogenesis dan larva, bahkan hingga larva berumur 12 hari sehingga aplikasi pembalikan kelamin dilakukan sebelum embrio dilahirkan (Sarida *et al.* 2011).

Berbeda dengan ikan lainnya yang umumnya bersifat ovipar (menghasilkan telur), ikan gapi merupakan ikan yang bersifat ovovivipar

yaitu ikan yang menghasilkan anak (Huwoyon *et al.* 2008). Pembuahan terjadi di dalam tubuh dan telur-telur tersebut akan menetas didalam tubuh induknya; selanjutnya embrio berkembang menjadi larva yang cukup besar dan kuat dilahirkan (Fahmi 2001). Makanan diperoleh embrio secara langsung dari kuning telur selama berada didalam perut induknya (Jollie & Jollie 1964). Pola reproduksi inilah yang sangat memengaruhi keberhasilan pembalikan kelamin pada ikan gapi karena pemberian hormon dapat dilakukan melalui perendaman induk yang akan melahirkan dapat menghasilkan persentase anak jantan mencapai 100% (Huwoyon *et al.* 2008). Hasil penelitian ini menunjukkan persentase kurang dari 90% namun telah menunjukkan perbedaan yang nyata jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Pada Gambar 1 tampak perlakuan kontrol hanya menghasilkan anakan betina 100%. Diduga hal ini sangat terkait dengan perubahan suhu yang terjadi ketika penelitian dilakukan.

Suhu merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap penentuan jenis kelamin pada reptil dan beberapa ikan (Budd *et al.* 2015). Pada ikan gapi, jumlah ikan jantan akan meningkat seiring dengan peningkatan suhu dan jika terjadi penurunan suhu maka jumlah ikan betina lebih banyak (Karayücel *et al.* 2006). Hasil penelitian Arfah *et al.* (2005) menunjukkan proporsi induk jantan yang lebih tinggi pada induk yang diinkubasi pada suhu 30°C dibandingkan pada suhu 27°C. Mulyasih *et al.* (2012) juga memperoleh hasil persentase ikan gapi jantan yang tinggi ketika diinkubasi pada suhu 32°C yang dikombinasikan dengan dosis madu propolis 25 µl/l sebesar 68,72%. Hal ini diduga karena suhu yang tinggi dapat meningkatkan kinerja hormon testosteron dan ketotestosteron. Selain itu dengan suhu yang tinggi, memungkinkan adanya faktor lain yang me-

mengaruhi kemampuan sperma Y dalam membuahi telur lebih tinggi daripada sperma X, sehingga sintasan ikan jantan lebih baik dibandingkan dengan ikan betina (Arfah *et al.* 2005). Oleh karena itu perlakuan hormon serta peningkatan suhu dapat meningkatkan proporsi jantan yang lebih tinggi.

Tingkat sintasan

Selama masa pemeliharaan tingkat sintasan ikan gapi cenderung rendah. Hal ini diduga akibat adanya serangan penyakit/parasit yang mengakibatkan kematian massal pada sebagian besar larva yang dipelihara meskipun telah dilakukan upaya pencegahan mikroorganisme melalui sterilisasi media dan peralatan. Selain itu kemungkinan disebabkan penyiponan yang mengakibatkan larva stres. Masa larva merupakan masa yang sangat rentan terhadap kematian karena belum mampu beradaptasi dengan lingkungan (Muslim *et al.* 2011b). Akibatnya jika dibandingkan antara tingkat sintasan larva pada perlakuan yang diberi ekstrak jeroan teripang dengan perlakuan dosis 0 mg L⁻¹ (kontrol) serta metiltestosteron terjadi perbedaan yang sangat signifikan. Pada perlakuan dosis 0 mg L⁻¹ (kontrol) tingkat sintasannya sangat tinggi yakni 86,9% sangat jauh berbeda dengan perlakuan lain seperti perlakuan dengan metiltestosteron yang memiliki tingkat sintasan 53.57% serta perlakuan pemberian ekstrak jeroan teripang pasir yang berkisar antara 43.7%-68.03%. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan adanya pengaruh alkohol dari hasil perendaman induk yang memengaruhi ke keturunan ikan gapi. Alkohol bersifat toksik walaupun dalam jumlah sedikit jika digunakan dalam perendaman dalam waktu yang cukup lama (Hakim 2008).

Dari data yang dihasilkan dapat dilihat bahwa tingkat sintasan larva ikan gapi pada per-

lakuan ekstrak jeroan teripang dikategorikan baik jika dibandingkan dengan kontrol perlakuan metiltestosteron walaupun dapat dilihat bahwa pada perlakuan C pemberian ekstrak tepung teripang merupakan tingkat sintasan terendah yakni sebesar 43,7%. Namun untuk perlakuan B dan D ekstrak jeroan teripang sangat jauh lebih baik di kisaran 68,03% dan 73,15% apabila dibanding perlakuan metiltestosteron yang tingkat sintasan benih ikannya hanya 53,57%. Hal ini diduga karena adanya kandungan bahan lain yang terdapat dalam tubuh teripang. Tepung teripang dalam 100 gram mengandung berbagai macam asam amino esensial dan non esensial serta mengandung asam lemak jenuh dan tak jenuh. Beberapa asam amino sangat berguna dalam peningkatan libido maupun pembentukan spermatozoa. Selain itu teripang juga mengandung hormon androgen yang memiliki sifat anabolik dalam merangsang pertumbuhan serta bertanggung jawab terhadap penampakan karakter dan fungsi kelamin jantan (Yustina *et al.* 2012). Penyebab dari rendahnya tingkat sintasan ikan pada perlakuan ekstrak jeroan teripang 20 mg L⁻¹ akibat pada saat perendaman alkohol yang digunakan tidak teroksidasi dengan baik sehingga memengaruhi proses difusi hormon pada benih ikan nila dan menyebabkan ikan tersebut stres.

Tingkat sintasan antara perlakuan dengan pemberian ekstrak jeroan teripang dengan hormon *17 α -metiltestosteron* tidak berbeda nyata. Ini menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak jeroan teripang pasir dapat digunakan sebagai pengganti hormon *17 α -metiltestosteron* karena penggunaan hormon ini lebih beresiko dibandingkan dengan penggunaan hormone steroid alami (Emilda 2015). Penggunaan hormon ini walaupun dalam dosis yang rendah namun dalam waktu yang lama menimbulkan berbagai macam dampak negative, salah satunya adalah menye-

babkan pencemaran lingkungan dan kanker pada manusia (Sudrajat & Saridah, 2006) serta kerusakan hati pada hewan uji (Yustina *et al.* 2012). Residu anabolic dari hormone *17 α -metiltestosteron* sulit terdegradasi sehingga berpengaruh selain pada lingkungan juga pada ikan (Pandian & Kirankumar 2003). Oleh karena itu DKP (2008) memasukkan hormon ini sebagai salah satu obat-obatan terlarang yang dilarang penggunaannya dalam kegiatan budi daya perikanan.

Simpulan

Ekstrak jeroan teripang yang diberikan pada larva uji melalui metode perendaman, efektif untuk pembalikan kelamin ikan gapi. Ekstrak jeroan teripang dengan dosis 30 mg L⁻¹ yang diberikan selama 24 jam mampu menghasilkan ikan jantan tertinggi hingga 88,89%.

Persantunan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemenristekdikti yang telah mendanai penelitian ini melalui kegiatan Program Kreativitas Mahasiswa Penelitian Tahun 2017.

Daftar pustaka

- Akbar J, Hanafie A. 2013. Efektivitas non steroid akriflavin pada pembalikan kelamin jantan ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) dengan dosis dan lama perendaman berbeda sebagai upaya untuk mengatasi kelangkaan induk jantan. In: Prodi Pengelolaan Sumber daya Alam dan Lingkungan, PPs Unlam. *Prosiding Seminar Nasional 2013. Menuju Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan yang Berkelanjutan*. Universitas Lambung Mangkurat Press 2013. Banjarmasin. Hlm. 106-113.
- Arfah H, Kadriah IAK, Carman O. 2005. Efek manipulasi hormon 17 α -metiltestosteron pada berbagai variasi temperatur air terhadap rasio kelamin ikan gapi (*Poecilia reticulata* Peters). *Jurnal Akuakultur Indonesia* 4(1): 37-40.
- Arisandi, A. 2012. Efektivitas dan efek toksik ekstrak steroid teripang dan 7 α -metiltes-

- tosteron pada manipulasi kelamin udang galah. *Jurnal Kelautan* 5(2): 108-116.
- Budd AM, Banh QQ, Domingos JA, Jerry DR. 2015. Sex control in fish: Approaches, challenges and opportunities for aquaculture. *Journal of Marine Science and Engineering*, 3(2): 329-355.
- Carman O, Jamal MY, Alimuddin. 2008. Oral administration of 17 α -Methyltestosterone increased male percentage of freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 7(1): 25-32.
- DKP. 2008. 21 Obat-obatan yang dilarang. Dirjen Perikanan Budidaya, Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar. Sukabumi.
- Emelda. 2008. Pemanfaatan steroid asal jeroan teripang sebagai bahan aktif dalam sex reversal pada ikan gapi. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 58 hlm.
- Emilda E. 2015. Pemanfaatan ekstrak steroid asal jeroan teripang untuk sex reversal pada ikan gapi. *Faktor Exacta*, 5(4): 336-349.
- Fahmi. 2001. Tingkah laku reproduksi pada ikan. *Oseana*, 26(1): 17-24.
- Gemilang BRI, Basuki F, Yuniarti T. 2016. Pengaruh lama waktu pemberian tepung testis sapi terhadap keberhasilan menghasilkan jantan ikan cupang (*Betta sp.*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 5(1): 124-129.
- Hakim RR. 2008. Optimalisasi pemberian dosis hormon metiltestosteron terhadap keberhasilan pembentukan monoseks jantan lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*). *Jurnal Protein Fakultas Peternakan dan Perikanan UMM*. 15(1): 1-17.
- Haq HK, Santika A, Herawati T. 2013. Pengaruh lama waktu perendaman induk dalam larutan madu terhadap pengalihan kelamin anak ikan Gapi (*Poecilia reticulata*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 4(3): 117-125.
- Hidayani AA, Fujaya Y, Trijuno DD, Aslamyah S. 2016. Pemanfaatan tepung testis sapi sebagai hormon alami pada penjantanan ikan cupang, *Betta splendens* Regan, 1910. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(1): 91-101.
- Hunter GA, Donaldson EM. 1983. Hormonal sex control and it's application to fish culture. In: Hoar WS, Randall DJ, Donaldson EM. (Eds.). *Fish Physiology. Vol. 9 Reproduction, Part B Behaviour and Fertility Control*. Academic Press. New York. pp. 223 - 291.
- Huwoyon GH, Rustidja G, Rudhy. 2008. Pengaruh pemberian hormone methyltestosterone pada larva guppy (*Poecilia reticulata*) terhadap perubahan jenis kelamin. *Jurnal Zoo Indonesia*, 17(2): 49-54.
- Irmasari, Iskandar, Subhan U. 2012. Pengaruh ekstrak tepung testis sapi dengan konsentration yang berbeda terhadap keberhasilan maskulinisasi ikan nila merah. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(4): 115-121.
- Jollie WP, Jollie LG 1964. The fine structure of the ovarian follicle of the ovoviviparous poecillid fish. *Lebistes reticulatus*. I. Maturation of follicular epithelium. *Journal of Morphology*, 144(3): 479-502.
- Karayücel I, Ak O, Karayücel S. 2006. Effect of temperature on sex ratio in Guppy *Poecilia reticulata* (Peters, 1860). *Aquaculture Research*, 37(2): 139-150.
- Karnila R, Astawan M, Sukarno, Wresdiyati T. 2011. Karakteristik konsentrat protein teripang pasir (*Holothuria scabra* J.) dengan bahan pengestrak aseton. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 16(1): 90-102.
- Kautsari N, Rahma S, Syafikri, D. 2015. Pengaruh perendaman larva dengan berbagai dosis madu Sumbawa terhadap nisbah jenis kelamin dan pertumbuhan ikan nila, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 15(2): 99-106.
- Kustiariyah. 2006. Isolasi dan uji aktivitas biologis senyawa steroid dari teripang sebagai aprosidiaka alami. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 79 hlm.
- Mantau Z. 2005. Produksi benih ikan nila jantan dengan rangsangan hormon metil testosteron dalam tepung pelet. *Jurnal Litbang Pertanian*, 24(2): 80-84.
- Mardiana. 2009. Teknologi pengarahan kelamin ikan menggunakan madu. *Jurnal PENA Akuatika*, 1(1): 37-43.
- Mulyasih D, Tarsim, Sarida M. 2012. Penggunaan suhu dan propolis yang berbeda terhadap nisbah kelamin ikan guppy (*Poecilia reticulata*). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1(1): 25-30.

- Muslim, Zairin M Jr, Utomo NBP. 2011a. Maskulinisasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan pemberian tepung testis sapi. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 10(1): 51-58
- Muslim, Helmizuryani, Nopirman. 2011b. Pengaruh hormon testosteron terhadap maskulinisasi benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan metode dipping. *Majalah Ilmiah Sriwijaya*, 19(12): 717-724.
- Muslim. 2010. Peningkatan persentase ikan guppy (*Poecilia reticulata*) jantan dengan perendaman induk bunting dalam larutan hormon 17α -Metiltestosteron. *Jurnal Klorofil*, 5(2): 61-66.
- Muslim, 2011. Maskulinisasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan pemberian tepung testis sapi. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 10(1): 51-58.
- Pandian TJ, Kirankumar. 2003. Recent advances in hormonal induction of sex reversal in fish. *Journal of Applied Aquaculture Food*, 13(3/4) : 205-230.
- Pandian TJ, Sheela SG. 1995. Hormonal induction of sex reversal in fish. *Aquaculture*, 138 (1-4): 1-22.
- Phelps RP, Sanchez WC, Couturier GM, Abiado M, Dabrowski, K. 2001. Studies on fate of methyltestosterone and its metabolism in tilapia and on the use of phytochemicals as an alternative method to produce a monosex population of tilapia. *Twenty-First Annual Technical Report*. Aquaculture CRSP, Oregon State University, Corvallis, Oregon. pp. 53-60.
- Piferrer F. 2001. Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish. *Aquaculture*, 197(1-4): 229-281.
- Purwati S, Carman O, Zairin Jr M. 2004. Feminisasi ikan betta (*Betta Splendens* Regan) melalui perendaman embrio dalam larutan hormon estradiol- 17β dengan dosis 400 $\mu\text{g/L}$ selama 6,12,18 dan 24 Jam. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 3(3): 9-13.
- Riani E, Sudrajat AO, Triajie H. 2010. Efektivitas ekstrak teripang pasir yang telah diformulasikan terhadap maskulinisasi udang galah. *Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*, 12(3): 142-152.
- Sarida M, Putra DD, Marsewi HSY. (2011). Produksi monoseks guppy (*Poecilia reticulata*) jantan dengan perendaman induk bunting dan larva dalam propolis berbagai aras dosis. *Zoo Indonesia*, 20(2): 1-10.
- Sudrajat AO, Sarida M. 2006. Efektivitas pemberian aromatase inhibitor dan 17α -metiltestosteron melalui pakan dalam produksi udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) jantan. *Aquacultura Indonesiana*, 7(1): 71-76.
- Triajie H. 2008. Efektivitas ekstrak teripang pasir yang telah diformulasikan terhadap maskulinisasi udang galah. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 76 hlm.
- Triajie H. 2010. Uji aktivitas ekstrak teripang pasir yang telah diformulasikan terhadap kemampuan sex reversal dan sintasan udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*). *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 3(1): 41-47.
- Yuniarti T, Hanif S, Prayoga T, Suroso S. 2009. Teknik produksi induk betina ikan nila (*Oreochromis niloticus*) tahap verifikasi jantan fungsional (XX). *Jurnal Saintek Perikanan*, 5(1): 38-43.
- Yustina, Arnetis D, Ariani. 2012. Efektivitas tepung teripang pasir (*Holothuria scabra*) terhadap maskulinisasi ikan cupang (*Betta splendens*). *Jurnal Biogenesis*, 9(1): 67-73
- Zairin Jr M, Yunianti A, Dewi RRSPS, Sumanadinata K. 2002. Pengaruh lama waktu perendaman induk di dalam larutan hormon 17α -Metiltestosteron terhadap nisbah kelamin anak ikan gapi, *Poecilia reticulata* Peters. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 1(1): 31-35.
- Zairin Jr M. 2002. *Sex Reversal Memproduksi Benih Ikan Jantan atau Betina*. Penebar Swadaya. Jakarta. 113 hlm.

Morfologi tulang belakang (*ossa vertebrae*) ikan keureling, *Tor tambroides* (Bleeker, 1854)

[The morphology of Thai mahseer's *Tor tambroides* (Bleeker, 1854) axial skeleton (*ossa vertebrae*)]

Ilham Zulfahmi^{1✉}, Yusrizal Akmal², Agung Setia Batubara³

¹ Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Jalan Syekh Abdul Rauf, Darussalam, Banda Aceh, 23111

² Program Studi Budidaya Perairan. Fakultas Pertanian, Universitas Almuslim
Jalan Almuslim, Matang Glumpang Dua, Peusangan, Kabupaten Bireuen, Aceh 24261

³ Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala
Jalan Teuku Nyak Arief, Darussalam, Banda Aceh, Aceh, 23111

Diterima: 29 Januari 2018; Disetujui: 22 Mei 2018

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan morfologi tulang belakang (*ossa vertebrae*) 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 belakang dilakukan di Laboratorium Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Al Muslim Kabupaten Bireuen. Identifikasi terminologi tulang belakang ikan dilakukan di Laboratorium Terpadu Biologi, Program studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Pembuatan preparat tulang belakang dilakukan secara fisik dan kimiawi. Tulang belakang yang telah bersih dirangkai menjadi satu kesatuan untuk dianalisis setiap bagian-bagiannya. Pemotretan setiap bagian tulang belakang dilakukan dengan menggunakan kamera *Canon EOS 700D* dan diolah dengan menggunakan *Adobe Photoshop CS3*. Penamaan setiap bagian tulang belakang dilakukan dengan cara membandingkan kemiripan bentuk dan letak dari setiap bagian tulang belakang ikan yang telah diteliti sebelumnya, baik dari famili yang sama maupun dari famili yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan ikan keureling memiliki empat buah tulang *axial vertebrae* yang termasuk dalam tulang Weber (*Weberian apparatus*), 19 *ossa abdominal vertebrae*, 18 pasang *ossa costae*, 16 *ossa caudal vertebrae* dan satu *os urostiles vertebrae*.

Kata penting: ikan keureling, *ossa abdominal vertebrae*, *ossa caudal vertebrae*, tulang Weber

Abstract

This study aims to describe the axial skeleton morphology (*ossa vertebrae*) of Thai mahseer's, *Tor tambroides* (Bleeker 1854). A 5 kg of 65 cm fish sample were obtained from fish trader in the Tangse River area of Pidie district.. The axial skeleton preparations processed at the Laboratory of Mathematics and Natural Sciences, Al Muslim University, Bireuen district. The identification of terminology was done at Integrated Biology Laboratory, Biology Department, Faculty of Science and Technology, Ar-Raniry Islamic State University. The keureling's axial skeleton processed by physically and chemically.. Axial skeleton was arranged into a single piece to analyze every part of it. Every part of axial skeleton documented by using *Canon EOS 700D* camera and processed by *Adobe Photoshop CS3*. The labeling of each part of the axial skeleton was done by comparing the similarity of the shape and location of each part of the fish axial skeleton that has been studied previously, either from the same family or from the different family. The results showed that Keureling had four axial vertebrae bones belonging to the *weberian apparatus*, 19 *ossa abdominal vertebrae*, 18 pairs *ossa costales*, 16 *ossa caudal vertebrae* and one *os urostiles vertebrae*.

Keywords: *ossa abdominal vertebrae*, *ossa caudal vertebrae*, Thai mahseer's, *Weberian apparatus*

Pendahuluan

Ikan dideskripsikan memiliki struktur morfologi tulang rangka yang kompleks dan sangat kinetik (Ferry-Graham & Lauder 2001).

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: ilhamgravel@yahoo.com

Sistem muskuloskeletal tengkorak ikan teleost dewasa diketahui terdiri atas sekitar 60 bagian tulang yang saling berhubungan (Aerts 1991). Perkembangan dan pertumbuhan tulang rangka terutama tulang belakang (*ossa vertebrae*) merupakan faktor penting pendukung kesehatan ikan. Tulang belakang berperan sebagai biomekanik

penahan otot, fleksibilitas, dan elastisitas selama ikan bergerak (Webb 1975). Selain itu, tulang belakang juga merupakan lokus penting penyimpan mineral serta ikut berperan dalam pengaturan fosfor homeostasis (Skonberg *et al.* 1997).

Kajian morfologi tulang rangka ikan bertujuan untuk memahami hubungan taksonomik dan filogenetik antarspesies ikan (Mafakheri *et al.* 2015; Jalili *et al.* 2015). Disamping itu, kajian ini juga dibutuhkan sebagai langkah pencegahan dalam menganalisis keabnormalan sistem tulang rangka (Deschamps & Sire 2010). Keabnormalan tulang rangka ikan merupakan dampak dari kelainan genetik, patologis, dan fisiologis yang berhubungan dengan faktor lingkungan. Kekurangan mineral (terutama fosfor) di perairan merupakan salah satu penyebab terjadinya keabnormalan tulang rangka. Keabnormalan tulang rangka umumnya muncul pada tahap perkembangan awal ikan (Cahu *et al.* 2003; Lall & Lewis-McCrea 2007), dan semakin memburuk pada tahap pertumbuhan menuju dewasa (Witten *et al.* 2006).

Ikan keureling, *Tor tambroides* (Bleeker 1854) (Gambar 1) merupakan salah satu ikan air tawar terbesar di Aceh, mencapai hingga 30-45 kg (Muchlisin *et al.* 2015). Ikan ini termasuk ke dalam kelompok siprinid air tawar penting di wilayah Indonesia dan Malaysia. Umumnya ikan

ini mendiami sungai berarus deras, serta memiliki sebaran luas terutama di Asia Tenggara (Arifin *et al.* 2015). Analisis isi lambung menunjukkan bahwa ikan keureling termasuk ke dalam golongan omnivora dengan proporsi makanan utama berupa alga hijau dan cacing tanah, sedangkan analisis hubungan panjang bobot menunjukkan bahwa ikan ini memiliki pola pertumbuhan allometrik negatif (Muchlisin *et al.* 2015).

Tingginya laju eksploitasi terhadap ikan keureling, membuat populasinya semakin menurun. Nelayan setempat dari Kabupaten Nagan Raya dan Aceh Barat menyatakan bahwa sangat sulit untuk menemukan ikan keureling berukuran besar selama dasawarsa terakhir (Muchlisin *et al.* 2015). Singh (2007) menyatakan bahwa populasi ikan genus *Tor* ini, sedang berada dalam kategori terancam akibat eksploitasi berlebihan, pencemaran perairan, dan gangguan ekologis. Penda-pat senada juga diungkapkan melalui penelitian Ogale (2001) yang melaporkan bahwa populasi genus *Tor* di India telah menurun baik dalam jumlah dan ukuran serta berada di ambang bahaya kepunahan yang serius akibat lebih tangkap dan pencemaran perairan. Saat ini, ikan keureling terdaftar sebagai biota yang terancam punah dan berada dalam daftar merah *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 1990).



Gambar 1. Ikan keureling, *Tor tambroides* (Bleeker 1854), Skala bar: 1 cm

Sampai saat ini, kajian morfologi tulang rangka pada ikan masih minim dilakukan jika dibandingkan dengan mamalia dan unggas (Leprevost & Sire 2014). Mayoritas penelitian terhadap ikan keureling masih berkaitan dengan bidang ekologi dan upaya domestikasi (Muchlisin *et al.* 2015), sedangkan kajian morfologi tulang rangka ikan keureling masih belum ditemukan. Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan mendeskripsikan morfologi tulang belakang (*ossa vertebrae*) ikan keureling *Tor tambroides* (Bleeker, 1854).

Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Oktober sampai dengan Desember 2017. Tahapan penelitian meliputi penyiapan contoh ikan, pembuatan preparat, dan identifikasi terminologi tulang belakang ikan. Tahapan pembuatan preparat tulang belakang dilakukan di Laboratorium Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Almuslim, sedangkan identifikasi terminologinya dilakukan di Laboratorium Terpadu Biologi, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Ikan keureling, *Tor tambroides* (Bleeker, 1854) yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari pedagang ikan di wilayah Sungai Tangse Kabupaten Pidie, Provinsi Aceh. Contoh ikan memiliki bobot 5 kg dengan panjang total 65 cm. Jumlah ikan yang berhasil dikoleksi sebanyak satu ekor dalam keadaan mati segar untuk selanjutnya diangkut ke laboratorium.

Pembuatan preparat tulang belakang ikan

Pembuatan preparat tulang belakang dilakukan secara fisik dan kimiawi. Tahapan fisik diawali dengan meletakkan ikan keureling dengan posisi kepala di kiri dan ekor di kanan. Sisik ikan dihilangkan dengan menggunakan pisau atau

pinset. Otot dan sisik ikan disiram dengan air panas, sehingga melepuh dan bewarna putih matang. Penyiraman air panas dilakukan secara perlahan agar tulang tidak rapuh. Otot pada tubuh ikan dibersihkan dengan pinset dan pisau. Sisa daging pada tulang ikan dibersihkan dengan menggunakan sikat halus.

Tahapan kimiawi diawali dengan merendam preparat tulang rangka 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 preparat tulang rangka (Taylor & Van Dyke 1985). Preparat tulang rangka hasil pengawetan dijemur di bawah sinar matahari selama tujuh hari. Setelah melewati proses penjemuran, tulang rangka akan bewarna putih dan kaku. Pembersihan preparat tulang rangka dilakukan menggunakan sikat berbulu halus untuk kemudian dilapisi dengan cat *spray pilox clear transparan* dan dijemur kembali selama tiga hari. Apabila ada potongan tulang yang terlepas, ditempel dengan menggunakan perekat pada sendi asalnya. Preparat tulang rangka dimasukkan ke dalam wadah, diikat, dan direkat agar tidak lepas. Tulang-tulang belakang dipisahkan dari rangka utama untuk dianalisis lebih lanjut.

Identifikasi terminologi tulang belakang

Tulang belakang yang telah bersih dirangkai menjadi satu kesatuan untuk dianalisis setiap bagian-bagiannya. Tulang belakang dipilah menjadi tiga bagian utama yaitu bagian depan (*ossa axial vertebrae*), bagian abdominal (*ossa abdominalis vertebrae*), dan bagian kaudal (*ossa caudal vertebrae*). Penamaan setiap bagian tulang belakang dilakukan dengan cara membandingkan kemiripan bentuk dan letak setiap bagi-

an tulang belakang ikan yang telah diteliti sebelumnya, baik dari famili yang sama (Howes 1982, Jalili *et al.* 2015) maupun dari famili yang berbeda (Rojo 1991, Diogo 2008). Pemotretan setiap bagian tulang belakang dilakukan dengan menggunakan kamera *Canon EOS 700D*. Gambar yang diperoleh diolah dengan menggunakan *Adobe Photoshop CS3*. Semua hasil pengamatan dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk gambar.

Hasil

Ikan keureling memiliki empat tulang *axial vertebrae* yang termasuk dalam tulang Weber (*Weberian apparatus*), 19 *ossa abdominal vertebrae*, 18 pasang *ossa costae*, 16 *ossa caudal vertebrae*, dan satu *os urostyles vertebrae* (Gambar 2).

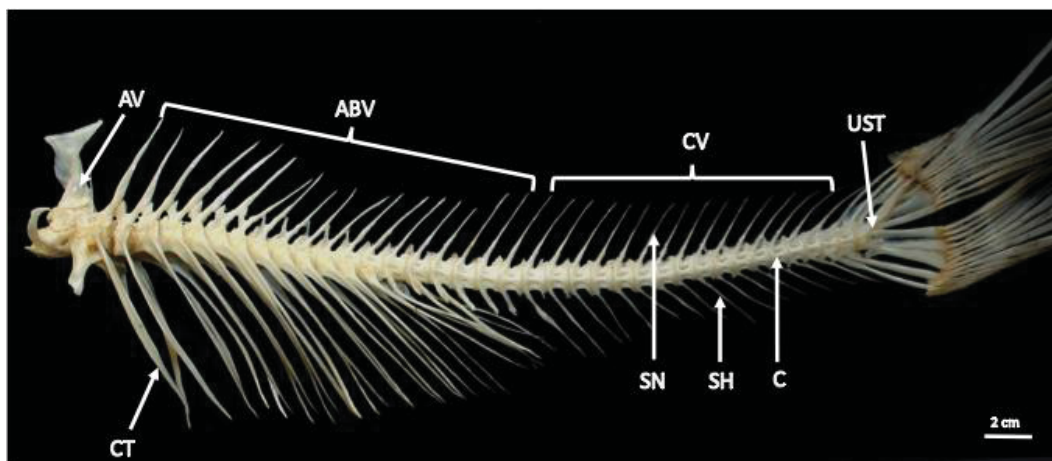
Ossa axial vertebrae

Ossa axial vertebrae pada ikan keureling terdiri atas *vertebrae centrum* 1- 4 tulang. Di bagian *cranial* akan membentuk persendian dengan *condylus occipitalis* dari *os cranium*. Di bagian

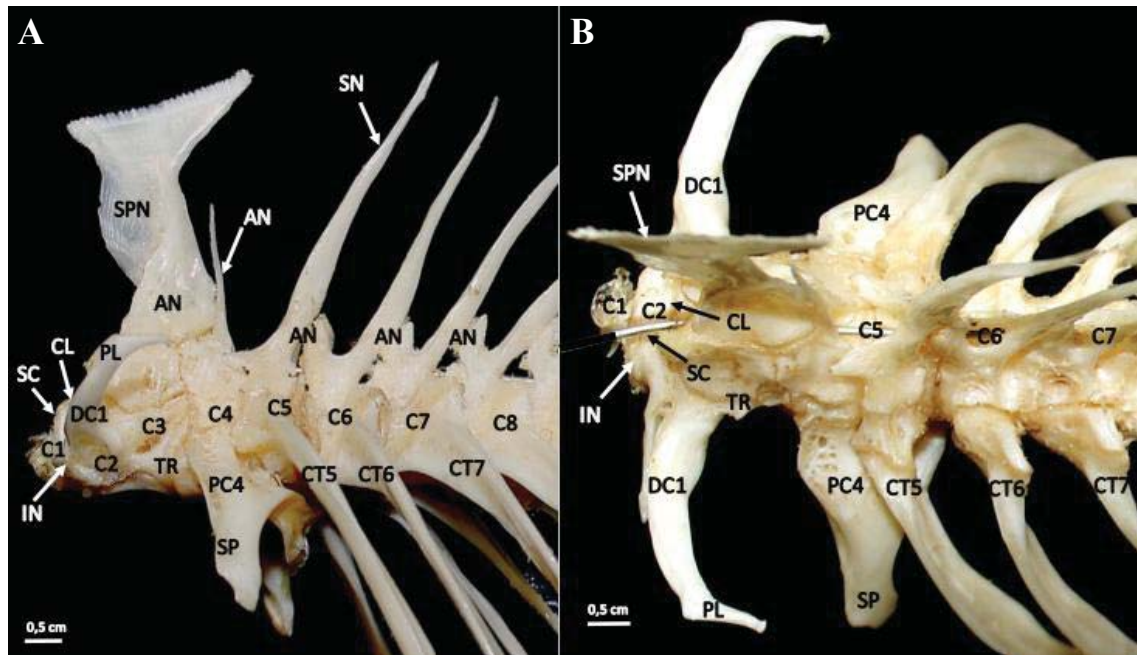
caudal, tulang ini bersendi dengan *os centrum* kedua dan akan membentuk tulang Weber yang terdiri atas empat tulang pembentuk yaitu *ossa tripus*, *ossa intercalarium*, *ossa scaphium*, dan *ossa claustrum* (Gambar 3).

Centrum pertama memiliki ukuran yang lebih pendek dibandingkan *centrum* kedua. *Centrum* ketiga berbentuk memanjang dan membesar, yang berfungsi untuk menopang *articularis tripus* dan *arcus neural*. *Centrum vertebrae* kedua dan ketiga tidak menyatu. Bagian *centrum* lateral kedua umumnya meluas ke bagian bawah luar kemudian melengkung ke bagian depan tripus.

Os tripus terletak di bagian caudal *apparatus weberian* dan masih termasuk dalam *axial vertebrae*. *Os tripus* terletak di sisi lateral-ventral *vertebrae* dari *os centrum* kedua yang bagian *dorsalnya* memiliki ujung memanjang ke bagian caudal dari *os costae pleura* dari *centrum* keempat. *Os tripus* berasal dari *parapophysis os costae pleura* dan terletak di *centrum* ketiga yang berhubungan ligamen dengan gelembung renang. *Os tripus* ikan keureling berbentuk panjang, tipis,



Gambar 2. Struktur *ossa vertebrae* ikan keureling. AV: *axial vertebrae*, ABV: *abdominalis vertebrae*, CV: *caudal vertebrae*, CT: *costae*, UST: *urostyles*, SN: *spinal neural*, SH: *spinal haemal*, C: *centrum*; Skala bar: 2 cm



Gambar 3. A Ossa axial vertebrae dan ossa abdominalis vertebrae tampak lateral (kiri), B ossa axial vertebrae dan dan ossa abdominalis vertebrae tampak dorsal (kanan). SPN: *supraneural*, AN: *arcus neural*, DC: *dorsal costae*, PL: *processus lateralis*, SC: *scaphium*, IN: *intercalarium*, TR: *tripus*, SP: *suspensorium*, CL: *claustrum*, CT: *costae*, PC: *pleura costae*, C: *centrum*; Skala Bar: 0,5 cm.

dengan bagian dasar medial melebar tegak lurus terhadap *vertebrae*. Bagian *lateral* memiliki ujung menipis tajam dan berbentuk seperti pita. *Os intercalarium* berasal dari *arcus neural* kedua dan *articularis processus* dengan penekanan pada *centrum* kedua. *Os intercalarium* berbentuk huruf T dan menempel pada *os tripus* dan *os scaphium* melalui ligamen *scaphiaintercalar* dan *interalotripodal*.

Os scaphium dan *os claustrum* adalah bagian tulang Weber yang terletak pada *anterior*. *Os scaphium* dan *os claustrum* berasal dari *arcus neural* pertama dan membentuk lubang anterior *canalis neuralis* di mana terdapat ligamen dari *os scaphium* yang membesar dan memanjang di bagian posterior. *Os claustrum* terletak pada bagian dorsal dari *os scaphium* dan saling bertautan satu sama lain melalui ligamen *clastroscaphial*. *Os supraneural* ikan keureling terlihat jelas, lebih besar dan tipis serta menyatu pada bagian dorsal.

Posterior *os supraneural* menyatu menyerupai bentuk mangkuk pada permukaan dorsal, akan tetapi tidak menyatu dengan *spinaneural* (Gambar 3).

Ossa abdominalis vertebrae

Ossa abdominalis vertebrae mempunyai persendian yang kokoh satu dengan lainnya dan dibentuk diantara anterior dan posterior *centrum*. Di bagian kedua sisi lateral *centrum* terdapat 18 pasang *ossa costae* serta tiga pasang *costae* yang tidak berkembang (rudimenter) yaitu *costae* pertama sampai ketiga. *Arcus neural* pertama ikan keureling telah termodifikasi menjadi *os scaphium* dan *os claustrum*, sedangkan *arcus neural* yang kedua termodifikasi menjadi *os intercalarium*. *Arcus neural* dari *centrum* ketiga dan keempat juga terlihat mengalami pembesaran. *Arcus neuralis* dari *centrum* ketiga bagian anterior dan posterior menunjukkan lebih banyak

variasi. *Arcus neuralis* berupa lengkungan yang mengarah ke bagian kaudal mulai terdapat pada *centrum* kelima. Di bagian ventral tidak terdapat *arcus haemal* (Gambar 4).

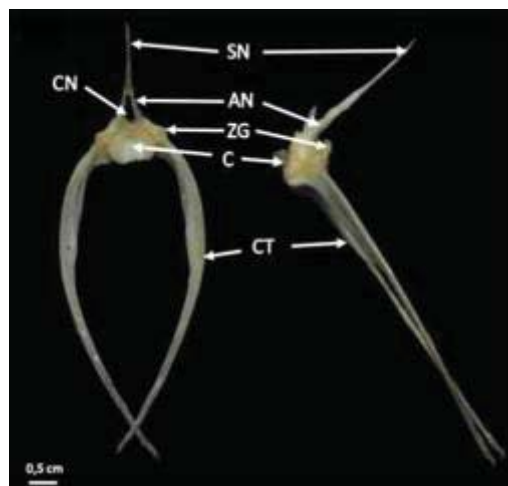
Ossa costae berfungsi sebagai pelindung organ-organ dan pembetukan rongga serta membentuk ruangan terbuka di daerah abdomen. Letak *os costae* dari *anterior* sampai ke *posterior* mengalami perpanjangan dan cenderung lebih miring ke belakang (Gambar 4). *Os costae* bersendi dengan *ossa abdominalis vertebrae* pada bagian *facies articularis*.

Os suspensorium adalah *os costae* keempat yang telah termodifikasi dan berfungsi sebagai tautan gelembung renang anterior bagian dorsal. Pada ikan keureling, *os suspensorium* terlihat jelas dari lateral maupun dorsal tanpa menghilangkan kerangka bagian atas *os suspensorium* yang berfungsi sebagai tempat melekatnya tendon atau otot yang berhubungan dengan gelembung renang (Gambar 3). Bentuk *os costae* ke lima lebih ramping/tipis, kokoh dan besar sedangkan *os costae* ke 17 memiliki bentuk menyempai silindris, lentur dan pendek serta berhubungan langsung dengan *parapofisis centrum*.

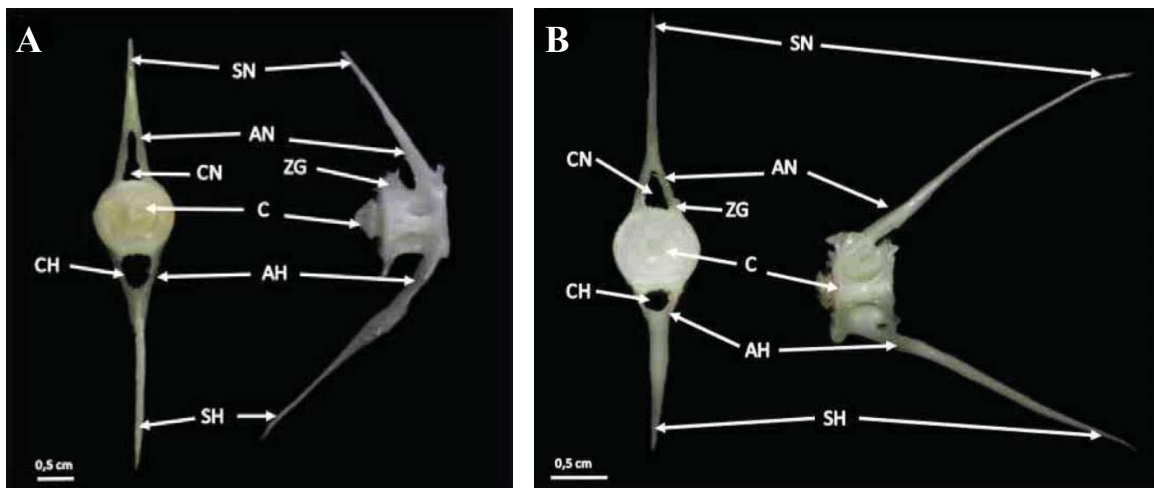
Ossa caudal vertebrae dan os urostyles vertebrae

Ikan keureling memiliki 16 *ossa caudal vertebrae* dimulai dari *centrum* ke 24. *Ossa caudal vertebrae* merupakan rangkaian tulang pelvis dan kemudi yang pendek tetapi sangat kokoh serta saling terhubung kuat. *Ossa caudal vertebrae* memiliki *arcus neural*, *spina neural*, dan *spina haemal*.

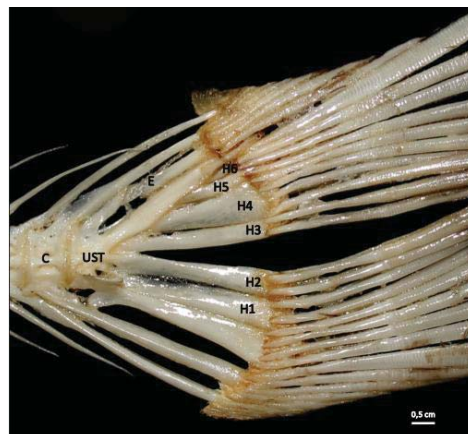
Arcus neuralis terletak di bagian dorsal dari *centrum*. *Spina neural* dari *anterior* sampai ke *posterior* mengalami perpanjangan dengan bentuk lebih miring ke belakang. *Arcus neural anterior* terlihat membesar dibandingkan dengan *posterior*. *Arcus neural* ini, menopang tulang *spina neural* yang semakin pendek dan mengecil. *Spina neural* terbentuk dari dasar *arcus neural*. *Spina haemal* terletak di bagian *ventral* dari *centrum* dengan *canal haemal* yang terlihat jelas sebagai tempat lewatnya pembuluh darah. Pada bagian posterior, *canal neural* dan *canal haemal* memiliki bentuk yang semakin mengecil dibandingkan pada bagian anterior (Gambar 5).



Gambar 4. *Os abdominal vertebrae* ketujuh, sebelah kanan tampak lateral dan kiri tampak caudal. SN: *spinal neural*; AN: *arcus neural*; CN: *canal neural*; ZG: *zygopophysis*; C: *centrum*. Skala bar: 0,5 cm.



Gambar 5. *Os caudal vertebrae* ke 1, sebelah kanan tampak lateral dan kiri tampak cranial (A). *Os caudal vertebrae* ke 16, sebelah kanan tampak lateral dan kiri tampak cranial (B). SN: *spinal neural*; AN : *arcus neural*; CN : *canal neural*; ZG: *zygopophysis*; AH: *arcus haemal*; CH: *canal haemal*; SH: *spina haemal*; C: *centrum*. Skala bar: 0,5 cm.



Gambar 6. *Os urostyle vertebrae* tampak lateral. UST: *urostyles*; C: *centrum*; H: *hypural*; E: *epural*. Skala bar: 0,5 cm.

Os urostyles vertebrae ikan keureling terletak pada centrum terakhir dengan posisi mengarah ke dorsokaudal serta miring ke belakang. Pada bagian dasar dari *os urostyle vertebrae* melekat empat *ossa hypural* yaitu *os hypural* 3, 4, 5 dan 6. Pada bagian atas dari *os urostyle vertebrae* melekat *os epural* dengan arah yang sejajar. *Os urostyles vertebrae* memiliki ukuran yang lebih tebal dibandingkan dengan *ossa hypural* dan *os epural* (Gambar 6).

Pembahasan

Pengetahuan mengenai morfologi tulang rangka diperlukan guna memahami hubungan antara taksonomi dan filogenetik ikan (Diogo & Bills 2006, Keivany 2014) serta membantu upaya deteksi dan pencegahan terjadinya keabnormalan pada tulang ikan (Zhang et al. 2012). Informasi morfologi tulang rangka juga dapat digunakan untuk mendeskripsikan ontogeni ikan mulai dari awal perkembangannya hingga dewasa serta menilai sejauh mana evolusi terjadi (Adriaens et al.

2001). Selain itu Leprevost & Sire (2014) menyebutkan bahwa profil morfologi *ossa vertebrae* yang dimiliki ikan sangat memengaruhi kecepatan dan gaya renang ikan tersebut.

Ikan keureling memiliki empat tulang *axial vertebrae* yang termasuk kedalam tulang Weber (*Weberian apparatus*), 19 *abdominal vertebrae*, 16 *caudal vertebrae* dan satu *os urostyle vertebrae*. Sanger & McCune (2002) menyebutkan bahwa bentuk tulang Weber ikan keureling yang terdiri atas *os tripus*, *os intercalarium*, *os scaphium* dan *os claustrum* identik dengan karakteristik ikan famili Cyprinidae. Selain itu, tulang Weber ikan keureling memiliki jumlah yang sama dengan ikan-ikan famili Cyprinidae lainnya (Jalili *et al.* 2015, Nasri *et al.* 2016). Walaupun demikian, ikan keureling dan *Cyprinion milesi* cenderung memiliki bentuk *supraneural* yang lebih serupa dibandingkan dengan *Barbus cyri*. Menurut Bird & Hernandez (2007), tulang Weber berhubungan langsung dengan gelembung renang dan pendengaran bagian dalam, di mana variasi interspesifik antarbeberapa famili seperti Balitoridae, Gyrinocheilidae, dan Catostomidae terlihat lebih sedikit berbanding pada famili Cyprinidae dan Cobitidae.

Ossa costae pada ikan keureling memiliki bentuk yang berbeda dengan ikan-ikan famili lainnya. *Ossa costae* mengalami perpanjangan dan cenderung lebih miring ke belakang dengan lengkungan tulang yang sempurna. Hal ini berbeda dengan ikan famili Acipenseridae yang tidak memiliki lengkungan tulang rusuk sempurna (Leprevost & Sire 2014). Menurut Takeuchi & Hosoya (2011), lengkungan *ossa costae* pada ikan sangat dipengaruhi oleh kapasitas rongga abdominal dan gaya renang ikan. Ikan dengan tubuh ramping memanjang cenderung tidak memiliki lengkungan *ossa costae* yang sempurna dibandingkan dengan ikan bertubuh lebar. Terda-

pat 18 *ossa costae* dan tiga *costae* yang mengalami rudimenter atau tidak berkembang yaitu pada *costae* pertama sampai dengan ketiga. Terjadinya rudimenter diduga berkaitan dengan posisi gelembung renang yang berada di bawah centrum pertama sampai ke empat, sehingga dibutuhkan ruang yang cukup untuk mengatur keseimbangan saat berenang. Walaupun demikian dibutuhkan penelitian lanjutan untuk membuktikan hal tersebut.

Ikan keureling memiliki 19 *ossa abdominal vertebrae*, dengan jumlah keseluruhan *ossa vertebrae* mencapai 40. Jumlah *ossa abdominal vertebrae* dan keseluruhan *ossa vertebrae* ikan keureling relatif tidak berbeda dengan ikan famili Cyprinidae lainnya. Jalili *et al.* (2015) menginformasikan bahwa ikan *Cyprinion milesi* dari famili Cyprinidae memiliki kisaran jumlah keseluruhan *ossa vertebrae* antara 42-44 yang terdiri atas 19-22 *ossa abdominal vertebrae*. Keserupaan morfologi *ossa abdominal vertebrae* ikan keureling dengan ikan jenis lain dari famili Cyprinidae terlihat pada bentuk *arcus neural*, *spina neural*, dan *canal neural*. Walaupun demikian terdapat perbedaan terhadap ukuran relatifnya bergantung kepada panjang dan tubuh ikan tersebut.

Dibandingkan dengan genus *Priocharax* (famili Characidae), ikan keureling memiliki jumlah total *ossa vertebrae* yang lebih tinggi. Genus *Priocharax* hanya memiliki jumlah total *ossa vertebrae* antara 33-35 dengan jumlah *ossa abdominal vertebrae* berkisar antara 14-15 (Mattox *et al.* 2016). Sebaliknya apabila dibandingkan dengan genus *Cryptacanthodes* (famili Cryptacanthodidae) dan famili Zaproridae, maka ikan keureling memiliki jumlah total *ossa vertebrae* dan *ossa abdominal vertebrae* yang lebih rendah. Schnell & Hilton (2014) menyebutkan bahwa jumlah *ossa abdominal vertebrae* genus

Cryptacanthodes berkisar antara 32-33 dengan jumlah total *ossa vertebrae* mencapai 85-88. Ikan famili Zaproridae memiliki jumlah *ossa abdominal vertebrae* antara 25-27 dengan total jumlah *ossa vertebrae* mencapai 61-63 (Hilton & Stevenson 2013). Secara morfologis, perbedaan antara *ossa abdominal vertebrae* famili Cyprinidae dan famili Hiodontidae terlihat dari ada tidaknya *zygopophysis*, *parapophysis*, dan *epineural*. Famili Cyprinidae memiliki *zygopophysis* yang terletak di bagian dorsokaudal dari centrum, akan tetapi tidak memiliki *parapophysis* dan *epineural*; sedangkan famili Hiodontidae tidak memiliki *zygopophysis*, akan tetapi memiliki *parapophysis* yang terletak di bagian ventral dari centrum serta *epineural* yang terletak di bagian lateral dari arcus neural (Hilton, 2002).

Meskipun dalam famili yang sama (Cyprinidae), ikan keureling memiliki jumlah *ossa caudal vertebrae* yang lebih tinggi daripada *Pethia setnai* dengan 13 *ossa caudal vertebrae* (Katwate et al. 2013) dan lebih rendah berbanding genus *Paedocypris* yang memiliki 21-23 *ossa caudal vertebrae* (Britz & Conway 2009). Akan tetapi jumlah *ossa caudal vertebrae* ikan keureling relatif sama apabila dibandingkan dengan jumlah *ossa caudal vertebrae* *Barboides gracilis* dan *B. britzi* (Cyprinidae) yaitu berkisar antara 17-19 (Conway et al. 2017).

Ikan keureling memiliki jumlah *ossa caudal vertebrae* lebih rendah berbanding genus *Priocharax* (famili Characidae) yang memiliki 19-21 *ossa caudal vertebrae* (Mattox et al. 2016), spesies *Zaprora silenus* (Famili Zaproridae) yang memiliki 35-37 *ossa caudal vertebrae* (Hilton & Stevenson, 2013) serta genus *Cryptacanthodes* (Famili Cryptacanthodidae) yang memiliki 53-55 *ossa caudal vertebrae* (Schnell dan Hilton, 2014). *Os urostyles vertebrae* ikan keureling memiliki bentuk yang serupa dengan ikan famili

Cyprinidae lainnya (Jalili et al. 2015) akan tetapi berbeda dengan ikan famili Percidae (Voskoboinikova & Grechanov 2002). Perbedaan tersebut terletak pada jumlah *ossa hypural* yang melekat pada *os urostyles vertebrae*. Famili Percidae memiliki lima *ossa hypural* yang terpisah, tiga *os epural* serta memiliki bentuk *os urostyles vertebrae* yang memanjang dan meruncing ke arah kaudal, sedangkan ikan keureling memiliki enam *ossa hypural* yang terpisah, satu *os epural* serta memiliki *os urostyles vertebrae* lebih pendek.

Menurut Enghoff (1991), jumlah *ossa vertebrae* pada setiap famili ikan sangat dipengaruhi oleh bentuk morfologi, sifat hidup, umur, dan kemampuannya berevolusi. Ikan yang hidup pada perairan berarus deras umumnya memiliki jumlah *ossa vertebrae* yang lebih tinggi, dengan bentuk *ossa costae* yang lebih pendek dan tidak melengkung sempurna dibandingkan dengan ikan yang hidup pada perairan relatif tenang (Liem et al. 2001 dan Leprevost & Sire 2014).

Simpulan

Ikan keureling memiliki empat *axial vertebrae*, 19 *ossa abdominal vertebrae*, 18 pasang *ossa costae*, 16 *ossa caudal vertebrae* dan satu *os urostyles vertebrae*. Ikan keureling memiliki keserupaan bentuk dan jumlah *ossa vertebrae* jika dibandingkan dengan famili sejenis (Cyprinidae), namun terdapat perbedaan dengan famili lainnya (Characidae, Cryptacanthodidae dan Zaproridae).

Persantunan

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Islam Negeri Ar-Raniry yang telah mendanai penelitian ini melalui skema “Penelitian Pemula 2017”.

Daftar pustaka

- Adriaens D, Aerts P, Verraes W. 2001. Ontogenetic shift in mouth opening mechanisms in a catfish (Clariidae, Siluriformes): a response to increasing functional demands. *Journal of Morphology*, 247(3): 197 – 216.
- Aerts P. 1991. Hyoid morphology and movements relative to abducting forces during feeding in *Astatotilapia elegans* (Teleostei, Cichlidae). *Journal of Morphology*, 208(3): 323 – 345.
- Arifin OZ, Subagja J, Hadie W. Karakterisasi biometrik tiga populasi ikan semah *Tor douronensis* (Valenciennes, 1842) dalam mendukung konservasi sumber daya genetik. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 15(2): 143-154
- Bird NC, Hernandez LP. 2007. Morphological variation in the weberian apparatus of Cypriniformes. *Journal of Morphology*, 268(9): 739 – 757.
- Britz R, Conway KW. 2009. Osteology of *Pae docypris*, a miniature and highly developmentally Truncated Fish (Teleostei: Ostariophysi: Cyprinidae). *Journal of Morphology*, 270(4): 389 – 412.
- Cahu CL, Zambonito IJL, Takeuchi T. 2003. Nutritional components affecting skeletal development in fish larvae. *Aquaculture*, 227 (1 – 4): 254 – 258
- Conway KW, Kubicek KM, Britz R. 2017. Morphological novelty and modest developmental truncation in Barboides, Africa's smallest vertebrates (Teleostei: Cyprinidae). *Journal of Morphology*, 278(6): 750 – 764.
- Deschamps MH, Sire JY. 2010. Histomorphometrical studies of vertebral bone condition in farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Applied Ichthyology*, 26(2): 377–380.
- Diogo R, Bills R. 2006. Osteology and myology of the cephalic region and pectoral girdle of the South African cat fish *Austroglanis gilli*, with comments on the autapomorphies and phylogenetic relationships of the Austroglanididae (Teleostei: Siluriformes). *Animal Biology*, 56(1): 39 – 62.
- Diogo R. 2008. *The Origin of Higher Clades, Osteology, Myology, Phylogeny and Evolution of Bony Fishes and the Rise of Tetrapods*. Science Publishers. USA. 396 p.
- Enghoff IB. 1991. Mesolithic eel-fishing at Bjornsholm, Denmark, spiced with exotic species. *Journal of Danish Archaeology*, 10(1): 105-118.
- Ferry-Graham LA, Lauder GV. 2001. Aquatic prey capture in ray-finned fishes: a century of progress and new directions. *Journal of Morphology*, 248(2): 99-119
- Hilton EJ. 2002. Osteology of the extant North American fishes of the genus *Hiodon* Lesueur, 1818 (Teleostei: Osteoglossomorpha: Hiodontiformes). *Fieldiana (Zoology) new series* 100: 1–152.
- Hilton EJ, Stevenson DE. 2013. Osteology of the Prowfish, *Zaprora silenus* (Cottiformes: Zoarcoidei: Zaproridae). *Journal of Morphology*, 274(10): 1143 – 1163.
- Howes GJ. 1982. Anatomy and evolution of the jaws in the semiplotine carps with a review of the genus *Cyprinion* Heckel, 1843 (Teleostei: Cyprinidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology*, 42(4): 299 – 335.
- IUCN. 1990. *IUCN red list of threatened animal*. IUCN, Gland and Cambridge.
- Jalili P, Eagderi S, Nikmehr N, Keivany Y. 2015. Descriptive osteology of *Barbus cyri* (Teleostei: Cyprinidae) from southern Caspian Sea basin. *Iranian Journal of Ichthyology*, 2(2): 105 – 112.
- Katwate U, Paingankar MS, Jadhav S, Dahanukar N. 2013. Phylogenetic position and osteology of *Pethia setnai* (Chhapgar & Sane, 1992), an endemic barb (Teleostei: Cyprinidae) of the Western Ghats, India, with notes on its distribution and threats. *Journal of Threatened Taxa*, 5(17): 5214 – 5227.
- Keivany Y. 2014. Comparative osteology of the suspensorial and opercular series in representatives of the eurypterygian fishes. *Iranian Journal of Ichthyology*, 1(2): 73-89.
- Lall SP, Lewis-McCrea LM. 2007. Role of nutrients in skeletal metabolism and pathology in fish: an overview. *Aquaculture*, 267(1): 3 – 19.
- Leprevost A, Sire JY. 2014. Architecture, mineralization and development of the axial

- skeleton in Acipenseriformes, and occurrences of axial anomalies in rearing conditions; can current knowledge in teleost fish help? *Journal of Applied Ichthyology*, 30(4): 767 – 776.
- Liem K, Bemis W, Walker WF, Grande L. 2001. Chapter 8: The postcranial skeleton: The axial skeleton. In: Lewis T (ed.). *Functional Anatomy of the Vertebrates: An Evolutionary Perspective*. Emily Barrosse. Orlando. pp. 269–293.
- Mafakheri P, Eagderi S, Farahmand H, Mousavi-Sabet H. 2015. Osteological structure of Kiabi loach, *Oxynoemacheilus kiabii* (Actinopterygii: Nemacheilidae). *Iranian Journal of Ichthyology*, 1(3): 197–205.
- Mattox GMT, Britz B, Piza MT. 2016. Osteology of *Priocharax* and remarkable developmental truncation in a miniature Amazonian Fish (Teleostei: Characiformes: Characidae). *Journal of Morphology*, 277(1): 65 – 85.
- Muchlisin ZA, Batubara AS, Siti-Azizah MN, Adlim M, Hendri A, NurFadli, Muhammadar AA, Sugianto S. 2015. Feeding habit and length weight relationship of keureling fish, *Tor tambra* Valenciennes, 1842 (Cyprinidae) from the western region of Aceh Province, Indonesia. *Biodiversitas*, 16(1): 89 – 94.
- Nasri M, Eagderi S, Farahmand H. 2016. Descriptive and comparative osteology of Bighead Lotak, *Cyprinion milesi* (Cyprinidae: Cypriniformes) from south-eastern Iran. *Vertebrate-Zoology*, 66(3): 251 – 260.
- Ogale SN. 2001. Mahseer breeding and conservation and possibilities of commercial culture, the Indian experience. In: Petr T, Swar SB (eds.). *Cold Water Fisheries in the trans-Himalayan Countries*. FAO Fisheries Technical Paper 431. Rome. 38 p.
- Rajo AL. 1991. *Dictionary of Evolutionary Fish Osteology*. CRC Press. 273 p.
- Sanger TJ, McCune AR. 2002. Comparative osteology of the *Danio* (Cyprinidae: Ostariophysi) axial skeleton with comments on *Danio* relationships based on molecules and morphology. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 135(4): 529 – 546.
- Singh AK. 2007. Biological and reproductive diversity in revere as well as lacustrine golden mahser, *Tor putitora* (Hamilton 1822) in central Malayas, India. In: Siraj SS, Christianus A, Kiat NC, De Silva SS. (eds.). *Mahser, the Biology, Culture and Conservation*. Proceeding of the International Symposium on the Mahseer. Malaysian Fisheries Society. Kuala Lumpur, Malaysia. pp 79 – 97.
- Skonberg DI, Yogev L, Hardy RW, Dong FM. 1997. Metabolic response to dietary phosphorus intake in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 157(1): 11 – 24.
- Schnell NK, Hilton EJ. 2014. Osteology and ontogeny of the Wrymouths, Genus *Cryptacanthodes* (Cottiformes: Zoarcoidei: Cryptacanthodidae). *Journal of Morphology*, 276(6): 185 – 208.
- Takeuchi H, Hosoya K. 2011. Osteology of *Ischikauia steenackeri* (Teleostei: Cypriniformes) with comments on its systematic position. *Ichthyological Research*, 58 (1): 10 – 18.
- Taylor WR, Van Dyke CC. 1985. Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. *Cybium* 9 (2): 107–119.
- Voskoboinikova OS, Grechanov IG. 2002. Development of the skeleton during the ontogenesis of the River Perch *Perca fluviatilis*. *Journal of Ichthyology*, 42 (4): 322 – 333.
- Webb PW. 1975. Hydrodynamics and energetics of fish propulsion. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 190: 1-159.
- Witten PE, Obach A, Huysseune A, Baeverfjord G. 2006. Vertebrae fusion in Atlantic salmon (*Salmo salar*): development, aggravation and pathways of containment. *Aquaculture*, 258(1-3): 164–172.
- Zhang X, Shimoda K, Ura K, Adachi S, Takagi Y. 2012. Developmental structure of the vertebral column, fins, scutes and scales in bester sturgeon, a hybrid of beluga *Huso huso* and sterlet *Acipenser ruthenus*. *Journal of Fish Biology*, 81(6): 1985–2004.

Indeks bentuk otolit ikan cakalang, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758) dari Samudra Hindia

[Otolith shape indices of skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758) from the Indian Ocean]

Arief Wujdi✉, Maya Agustina, Irwan Jatmiko

Loka Riset Perikanan Tuna,
Jl. Mertasari No.140, Banjar Suwung Kangin, Sidakarya, Denpasar, Bali. 80223

Diterima: 21 Oktober 2017; Disetujui: 5 Juni 2018

Abstrak

Ikan cakalang, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758) berperan penting dalam ekosistem perairan laut, yaitu mangsa bagi jenis hiu, kelompok *billfish*, dan tuna berukuran besar lainnya. Dalam hal mengungkap hubungan pemangsa dan mangsa dalam suatu rantai makanan, seringkali terjadi kekosongan informasi karena sulitnya mengidentifikasi ikan yang telah tercerna. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan bentuk morfologi otolit ikan cakalang berdasarkan nilai indeks bentuk. Data morfometri dikumpulkan dari 253 pasang otolit ikan cakalang pada bulan Februari, April, Agustus, dan September tahun 2016 di empat tempat pendaratan ikan, yaitu: Binuangeun, Sadeng, Prigi, dan Labuhan Lombok. Data morfometri otolit diuji normalitas dan homogenitasnya masing-masing menggunakan uji Kolmogorof-Smirnov dan Levene. Uji T berpasangan juga diterapkan untuk memastikan signifikansi perbedaan antara morfometrik otolit kanan dan kiri. Penghitungan indeks bentuk menggunakan enam deksriptor, yang meliputi *form factor* (F_F), *roundness* (R_o), *circularity* atau *compactness* (C), *rectangularity* (R_t), *ellipticity* (E), dan *aspect ratio* (A_R). Analisis multivariat menggunakan MANOVA dan uji Tuckey juga diterapkan untuk menentukan perbedaan morfometri otolit dari masing-masing lokasi. Hasil menunjukkan bahwa data tersebar normal dan homogen serta tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada morfometri otolit kanan dan kiri ($P>0,05$). Penelitian ini juga menyajikan nilai indeks bentuk yang menjelaskan bentuk morfologi otolit ikan cakalang, yaitu memiliki karakteristik cenderung oval, memanjang, dan memiliki permukaan yang tidak beraturan.

Kata penting: indeks bentuk; morfometri; otolit; ikan cakalang; shape R; hubungan pemangsa dan mangsa

Abstract

Skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758) plays an important role in terms of the marine ecosystems as preyed-upon by shark, billfish, and larger tunas. In order to determine food chain system, there was a gap information as digested skipjack tuna difficult to be identified. This study aimed to determine shape indices to describe the otolith shape of skipjack. The morphometry data were collected from 253 pairs of skipjack tuna's otolith during February, April, August, and September 2016 from four fishing ports namely Binuangeun, Sadeng, Prigi, and Labuhan Lombok. The data normality and homogeneity also determined using Kolmogorov-Smirnov and Levene test respectively. In addition, right and left otolith morphometry were investigated using paired T-test. The shape indices were calculated using six descriptors including form factor (FF), roundness (RO), circularity or compactness (C), rectangularity (R_t), ellipticity (E), and aspect ratio (AR). Multivariate test using MANOVA and Tuckey test also implemented to investigate variation among locations. The results showed that the data were distributed normally and homogenly. There were also not significantly difference on otolith morphometry between left and right side ($P>0,05$). Shape indices also provided in this paper. Skipjack tuna's otolith has performed as non-rounded, closed to oval, elongated, and irregular surface.

Keywords: shape indices; morphometry; otolith; skipjack tuna; ShapeR; predator-prey relationship

Pendahuluan

Ikan bertulang sejati (Teleostei) mempunyai otolit yang terletak di dalam telinga sehingga otolit seringkali disebut juga batu telinga (Jawad *et al.* 2011, Valinassab *et al.* 2012, Chulin & Chen 2013). Otolit merupakan organ yang ber-

fungsi untuk mengatur keseimbangan, pendengaran, koordinasi arah renang, dan orientasi (Tuset *et al.* 2003, Popper *et al.* 2005, Valinassab *et al.* 2012, Bani *et al.* 2013, Cabello *et al.* 2014, Yilmaz *et al.* 2014, Sadighzadeh *et al.* 2014) yang ditemukan pada semua ikan bertulang sejati (Campana 2004). Otolit tersusun dari kalsium karbonat ($CaCO_3$) sebagai komponen utama,

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: arief_wujdi@yahoo.com

yang umumnya berbentuk aragonit dan deposit garam (Valinassab *et al.* 2012, Cabello *et al.* 2014, Sadighzadeh *et al.* 2014).

Otolit terdiri atas *sagittae*, *lapillus*, dan *asteriscus* (Campana 2004, Tuset *et al.* 2008). *Sagittae* mempunyai ukuran yang terbesar pada semua ikan, diikuti *asteriscus* dan *lapillus* sebagai yang terkecil (Jawad *et al.* 2008, Seyfabadi *et al.* 2014, Yilmaz *et al.* 2015). *Sagittae* juga relatif lebih mudah dikumpulkan (Bani *et al.* 2013) dan memiliki struktur yang lebih stabil dibanding *lapillus* dan *asteriscus*, serta memiliki ciri-ciri yang spesifik antarspesies (Polito *et al.* 2011). *Sagittae* telah digunakan secara luas untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik dalam studi taksonomi dan identifikasi spesies, sejarah hidup, pertumbuhan, dan umur (Campana & Neilson 1985, Sparre & Venema 1999, Tuset *et al.* 2003, Hodayuni *et al.* 2013, Reichenbacher & Reichard 2014) karena *sagittae* memiliki ciri khas yang spesifik pada setiap jenis ikan, meliputi bentuk, ukuran, bobot, pola pertumbuhan, kontur, dan komposisi kimiawi (Reichenbacher *et al.* 2007, Zorica *et al.* 2010, Annabi *et al.* 2013). *Sagittae* ditemukan pula dalam jumlah yang melimpah dalam bentuk fosil sehingga digunakan dalam studi paleontologi untuk rekonstruksi keanekaragaman ikan teleostei pada masa lampau, zoogeografi, dan evolusinya (Reichenbacher *et al.* 2007, Zorica *et al.* 2010, Annabi *et al.* 2013).

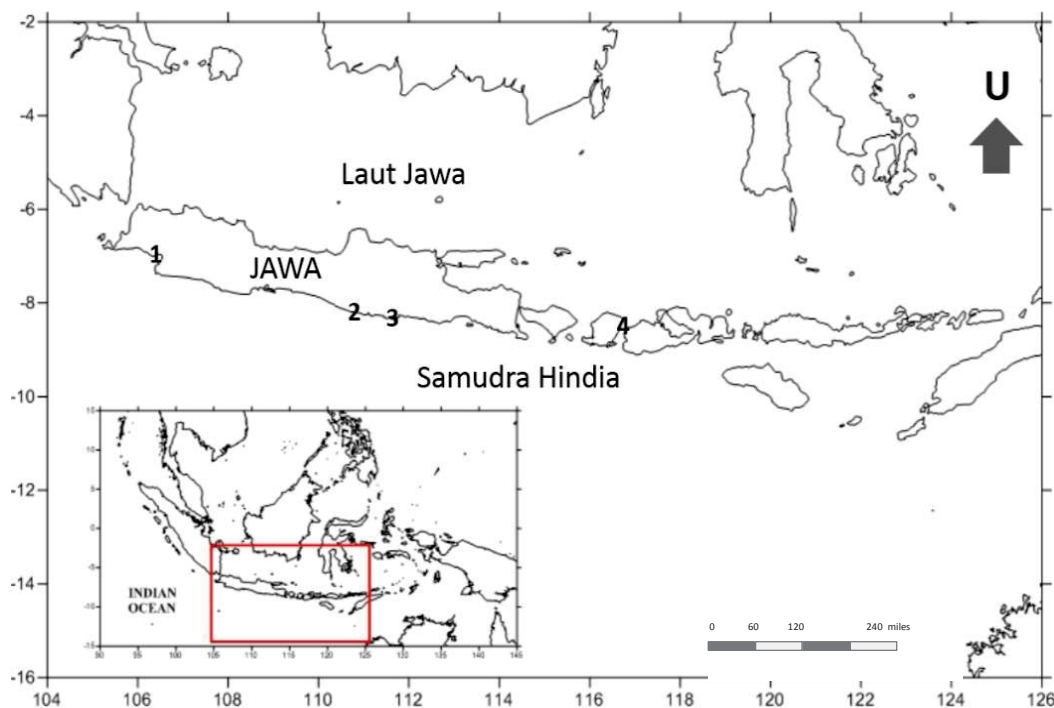
Dalam hal identifikasi spesies ikan, khususnya dalam studi isi alat pencernaan, seringkali peneliti hanya menemukan ikan yang telah hancur akibat proses pencernaan. Hal ini mengakibatkan berkurangnya informasi jenis ikan yang

dimangsa, khususnya ikan cakalang, yang menjadi mangsa bagi ikan hiu dan kelompok ikan berparuh (*billfish*), kelompok tuna besar lainnya dan mamalia laut, bahkan kanibalisme oleh ikan sejenis yang berukuran lebih besar (Essington *et al.* 2009, Fonteneau *et al.* 2009, Hunsicker *et al.* 2012). Padahal otolit dapat ditemukan dalam jumlah yang melimpah didalam alat pencernaan ikan predator (Pascoe 1986) dikarenakan otolit bersifat lebih tahan terhadap proses pencernaan (Aydin *et al.* 2004). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan morfologi otolit ikan cakalang yang dikonfirmasi dalam bentuk indeks yang informasinya masih terbatas di Indonesia. Diharapkan hasil penelitian ini dapat melengkapi basis data identifikasi jenis ikan, khususnya ikan yang telah tercerna, untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik berkaitan dengan hubungan mangsa-pemangsa (*predator-prey relationship*) dalam sistem rantai makanan di ekosistem laut.

Bahan dan metode

Pengumpulan data dan penanganan sampel

Ikan cakalang yang diamati merupakan hasil tangkapan pancing ulur dan pukat cincin skala rakyat. Pengumpulan sampel dilakukan pada bulan Februari (musim barat), April (musim peralihan 1), Agustus, dan September (musim timur) tahun 2016 di empat tempat pendaratan ikan yang mewakili area Samudra Hindia selatan Jawa hingga Nusa Tenggara Timur (Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia 573), yaitu Binuangun, Sadeng, Prigi, dan Labuhan Lombok (Gambar 1). Data biologis yang dikumpulkan meliputi panjang cagak (cm), bobot tubuh (gram), dan sampel otolit (*sagittae*).



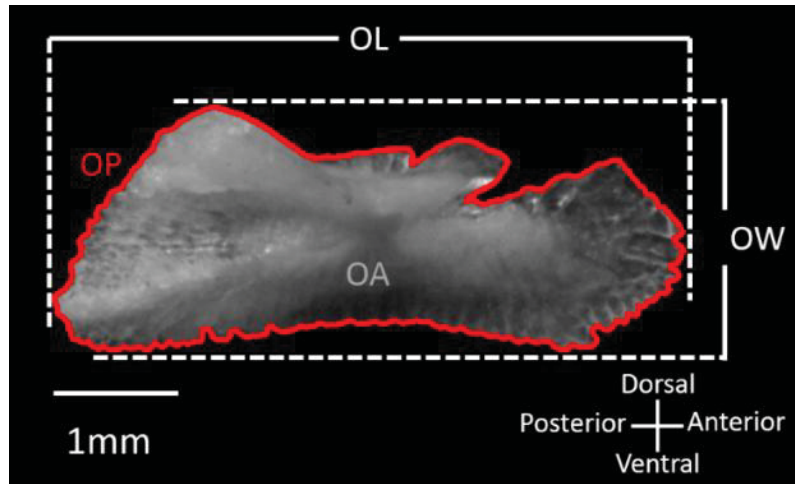
Gambar 1. Lokasi pengumpulan sampel otolit ikan cakalang (*K. pelamis*): 1) Binuangun, 2) Sadeng, 3) Prigi, dan 4) Labuhan Lombok

Sampel otolit diambil dengan metode *open the hatch* (Secor et al. 1992), yaitu dengan membuat dua pola potongan secara vertikal dan horizontal di bagian atas kepala ikan hingga bagian otak terekspos sempurna. Selanjutnya, bagian otak dibersihkan hingga tampak rongga *sacculus* yang berisi otolit. Otolit diambil dengan pinset dengan bagian ujung yang lancip dan tanpa gerigi. Kemudian otolit dibersihkan dengan menggunakan kuas dan akuades untuk menghilangkan jaringan dan lendir. Pembersihan otolit dilanjutkan dengan merendam otolit kedalam *ultrasonic cleaner* yang berisi akuades selama 5 menit. Otolit disimpan dalam kapsul plastik (BEEM RB001 size 00) yang telah diberi label lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 25-30°C selama 12 jam.

Pengamatan morfometrik otolit

Otolit yang telah dikumpulkan kemudian

disortir. Hanya otolit yang utuh dan komplet (sepasang kiri dan kanan) yang dianalisis. Masing-masing otolit kiri dan kanan ditimbang menggunakan timbangan mikro (OHAUS Adventurer AX223) dengan sensitivitas 0,0001 gram untuk mendapatkan data bobot otolit (*otolith mass* atau O_M) dalam satuan gram. Otolit dipotret menggunakan stereomikroskop (Carl Zeiss Stemi 2000C) yang terkoneksi dengan kamera digital (axioCam 5MP) dengan latar belakang berwarna gelap dan perbesaran 6,5 kali sehingga menghasilkan citra dengan format berwarna (*Red-Green-Blue* atau *RGB*). Selanjutnya, citra otolit diubah menjadi format hitam dan putih (32 Bit). Manipulasi kontras dan kecerahan juga diterapkan seperlunya terhadap citra otolit menggunakan metode *threshold* dengan piranti lunak ImageJ yang dapat diakses secara bebas pada laman: <http://rsbweb.nih.gov/ij/>.



Gambar 2. Sumbu pengukuran morfometri otolit ikan cakalang (*K. pelamis*). Garis merah merupakan delineasi garis terluar otolit dengan paket “ShapeR” untuk menentukan morfometri otolit. Keterangan: panjang otolit (O_L), lebar otolit (O_W), keliling otolit (O_P), dan luas otolit (O_A)

Data morfometrik dikumpulkan dari citra otolit secara dua dimensi dengan program R (R Core team, www.r-project.org) dengan menggunakan paket “ShapeR” (Libungan & Palsson 2015), meliputi ukuran panjang, lebar, keliling, dan luas otolit (Gambar 2). Panjang otolit (*otolith length* atau O_L , dalam satuan mm) didefinisikan sebagai jarak mendatar terjauh antara bagian anterior dan posterior. Lebar otolit (*otolith width* atau O_W , mm) merupakan jarak terjauh secara vertikal antara bagian dorsal dan ventral. Keliling otolit (*otolith perimeter* atau O_P , mm) merupakan panjang total garis terluar yang mengelilingi otolit. Luas area otolit (*otolith area* atau O_A , mm²) didefinisikan sebagai luas keseluruhan area/wilayah otolit yang dibatasi oleh garis terluar (Zorica *et al.* 2010, Aguera & Brophy 2011, Zischke *et al.* 2016).

Analisis data

Data morfometri otolit kanan dan kiri diuji normalitas dan homogenitasnya menggunakan

uji Kolmogorov-Smirnov dan uji Levene. Uji t-berpasangan dua arah pada taraf kepercayaan 95% juga diterapkan untuk menentukan signifikansi perbedaan data morfometri otolit kanan dan kiri.

Penentuan indeks bentuk otolit dilakukan dengan enam deskriptor terdiri atas *form factor* (F_F), *roundness* (R_O), *circularity* atau *compactness* (C), *rectangularity* (R_t), *ellipticity* (E), dan *aspect ratio* (A_R) menggunakan persamaan menurut Ponton (2006), Aguera & Brophy (2011), Sadighzadeh *et al.* (2012), Bani *et al.* (2013), Zengin *et al.* (2015), Zischke *et al.* (2016), dan Avigliano *et al.* (2017) yang disajikan pada Tabel 1. Masing-masing deskriptor indeks bentuk selanjutnya dibandingkan antarlokasi untuk menentukan signifikansinya dengan analisis multivariate menggunakan MANOVA ($\alpha = 0,05$), kemudian dilanjutkan dengan uji Tuckey menggunakan piranti lunak SPSS versi 24.

Tabel 1. Penghitungan indeks bentuk otolit menggunakan pengukuran morfometri beserta formulanya

Indeks bentuk	Formula	Kegunaan
F_F	$4\pi O_A / O_P^2$	Mengestimasi keteraturan pada permukaan otolit, dimana $F_F=1$ menunjukkan permukaan yang teratur seperti lingkaran. Nilai $F_F<1$ berarti permukaan tidak teratur, sedangkan $F_F=1$ berarti permukaan teratur.
R_O	$4O_A / \pi O_L^2$	Membandingkan bentuk otolit terhadap bentuk lingkaran penuh, di mana $R_O=1$ menandakan bentuk lingkaran penuh.
C	O_P^2 / O_A	Membandingkan bentuk otolit terhadap bentuk lingkaran penuh.
R_t	$O_A / (O_L \cdot O_W)$	Menggambarkan variasi panjang dan lebar otolit terhadap luas area, di mana $R_t=1$ menggambarkan otolit berbentuk persegi sempurna.
E	$\frac{O_L - O_W}{(O_L + O_W)}$	Mengindikasikan terjadinya perubahan sumbu secara proporsional.
A_R	O_L / O_W	Menunjukkan bentuk otolit, di mana nilai $A_R>1$ menandakan bentuk otolit yang cenderung memanjang.

Keterangan: F_F = *form factor*, R_O = *roundness*, C = *circularity* atau *compactness*, R_t = *rectangularity*, E = *ellipticity*, dan A_R = *aspect ratio*

Hasil

Secara keseluruhan didapatkan 253 pasang otolit ikan cakalang dengan ukuran panjang cakak berkisar antara 27-63 cm dan bobot tubuh 307-6.080 gram (Tabel 2). Hasil pengujian terhadap normalitas dan homogenitas data morfometri otolit (O_M , O_L , O_W , O_P , dan O_A) dengan uji Kolmogorov-Smirnov dan Levene menunjukkan bahwa data morfometri otolit tersebar secara normal dan homogen ($P>0,05$). Hasil uji t berpasangan dua arah menunjukkan bahwa data morfometri otolit kanan dan kiri tidak berbeda nyata ($P>0,05$), kecuali pada parameter panjang otolit (O_L) yang menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0,05$), yaitu otolit kanan lebih panjang daripada kiri. Selanjutnya, penghitungan indeks bentuk menggunakan data otolit kanan.

Penghitungan indeks bentuk otolit yang meliputi *form factor* (F_F), *roundness* (R_O), *circularity* atau *compactness* (C), *rectangularity* (R_t), *ellipticity* (E), dan *aspect ratio* (A_R) disajikan pada Gambar 3. Hasil pengujian terhadap variasi indeks bentuk otolit menggunakan MANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang

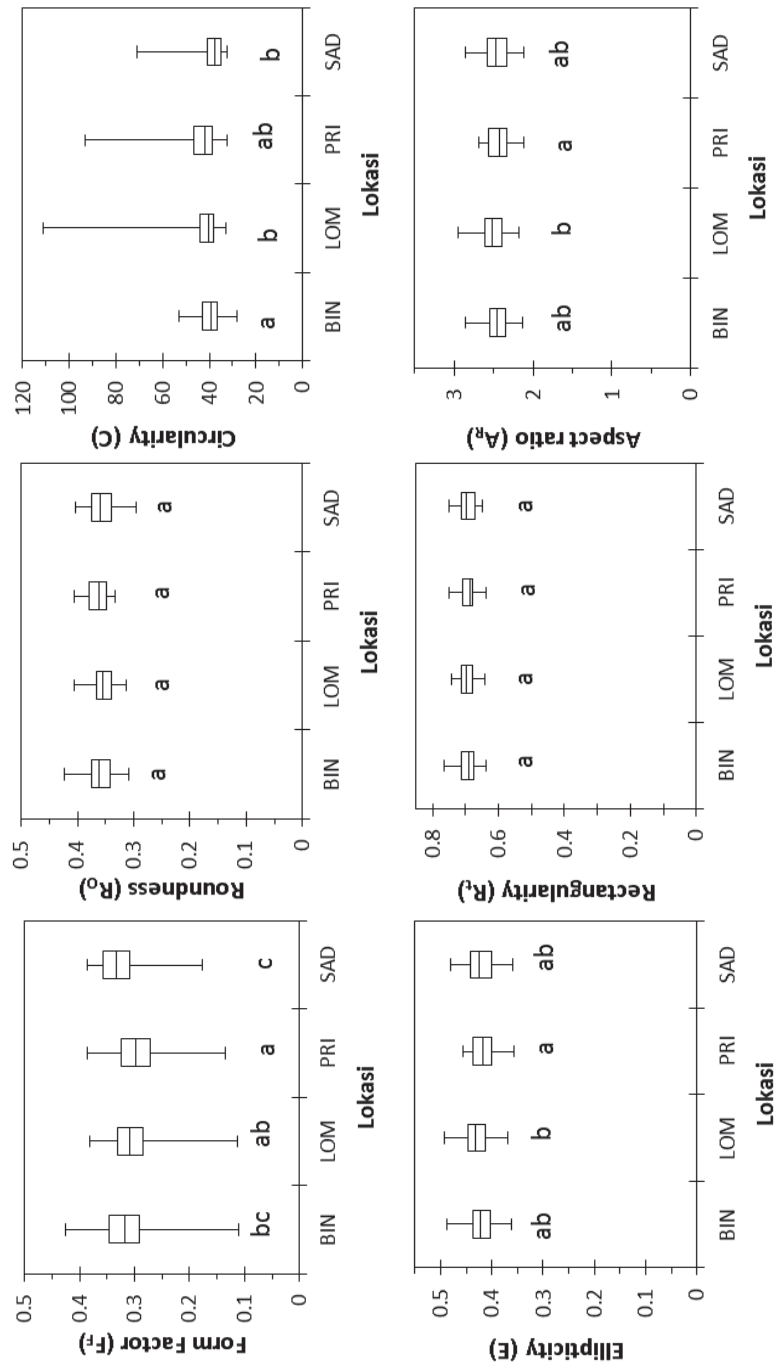
nyata pada indeks bentuk otolit F_F , C , E , dan A_R diantara ikan cakalang pada lokasi yang berbeda, sedangkan R_O dan R_t tidak berbeda nyata ($P>0,05$). Berdasarkan deskriptor F_F , secara umum otolit cakalang dari keempat lokasi memiliki kesamaan bentuk yaitu permukaan yang tidak teratur ($F_F<1$). Tidak ditemukan signifikansi nilai F_F antara lokasi Labuhan Lombok (LOM) dan Prigi (PRI), Binuangeun (BIN) dan Labuhan Lombok (LOM), serta Binuangeun (BIN) dan Sadeng (SAD). Signifikansi nilai F_F terjadi antara lokasi Prigi (PRI) dan Sadeng (SAD), yaitu F_F Prigi (PRI) lebih kecil daripada F_F Sadeng (SAD). Hal tersebut berarti permukaan otolit dari lokasi Prigi (PRI) lebih tidak beraturan atau berlekuk-lekuk dibandingkan Sadeng (SAD). Berdasarkan deskriptor R_O dan R_t , otolit dari keempat lokasi tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. R_O dan R_t dari keempat lokasi sama-sama bernilai kurang dari satu, menunjukkan bahwa otolit ikan cakalang dari keempat lokasi kurang membulat dan cenderung memanjang. Berdasarkan deskriptor C , signifikansi ditemukan antara lokasi Prigi (PRI) dan

Binuangeun (BIN) serta Prigi (PRI) dan Sadeng (SAD). Berdasarkan deskriptor E dan A_R , signifikansi ditemukan antara lokasi Prigi (PRI) dan Labuhan Lombok (LOM). Secara keseluruhan,

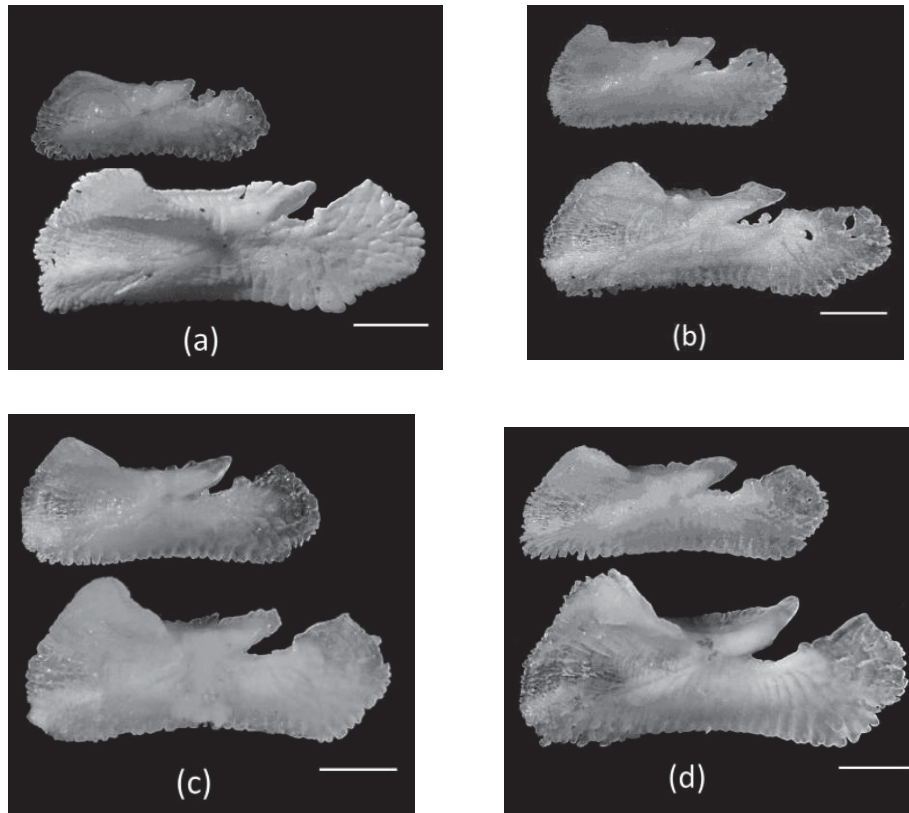
indeks bentuk otolit dapat mendemonstrasikan bentuk morfologi otolit ikan cakalang, yaitu cenderung oval, memanjang (persegi panjang), dan permukaan tidak beraturan (Gambar 4).

Tabel 2. Deskripsi statistik ukuran tubuh dan morfometri otolit populasi ikan cakalang di Samudra Hindia

Daerah	Panjang (cm)	Bobot (gram)	Deskripsi statistik parameter morfometri otolit (min-maks, rata-rata $\pm$ simpangan baku)				
			O_M (gram)	O_L (mm)	O_W (mm)	O_P (mm)	O_A (mm ²)
Binuangeun/ BIN (n=88)	27-58	307-3.738	0,0017-0,0054 0,003 $\pm$ 0,0008	3,197-5,388 4,345 $\pm$ 0,544	1,22-2,283 1,764 $\pm$ 0,211	9,97-26,197 14,786 $\pm$ 2,627	2,893-8,339 5,375 $\pm$ 1,194
Sadeng/ SAD (n=52)	34-54	663-3.395	0,0019-0,0044 0,003 $\pm$ 0,0005	3,622-5,464 4,509 $\pm$ 0,365	1,539-2,082 1,821 $\pm$ 0,122	11,85-20,649 14,862 $\pm$ 1,566	4,132-7,367 5,716 $\pm$ 0,697
Prigi/ PRI (n=33)	35-51	863-2.688	0,0021-0,0042 0,003 $\pm$ 0,0005	3,881-4,908 4,459 $\pm$ 0,288	1,595-2,164 1,837 $\pm$ 0,11	13,303-24,657 16,233 $\pm$ 2,766	4,582-6,946 5,694 $\pm$ 0,585
Labuhan Lombok/ LOM (n=80)	41-63	1.276-6.080	0,0021-0,0055 0,003 $\pm$ 0,0008	4,105-5,674 4,747 $\pm$ 0,372	1,595-2,451 1,892 $\pm$ 0,162	13,052-26,465 16,458 $\pm$ 2,211	4,904-8,656 6,278 $\pm$ 0,909



Gambar 3. Variasi indeks bentuk otolit ikan cakalang di empat lokasi yang berbeda. Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan antar lokasi penelitian. Keterangan grafik box plot: Binuangeun (BIN); Labuhan Lombok (LOM); Prigi (PRI); dan Sadeng (SAD)



Gambar 4. Penampang lateral otolit ikan cakalang sebelah kanan dari empat lokasi di Samudra Hindia; (a) Binuangeun ukuran panjang cagak ikan adalah 27 dan 58 cm, (b) Sadeng ukuran panjang cagak 34 dan 53 cm, (c) Prigi ukuran panjang cagak 35 dan 51 cm, dan (d) Labuhan Lombok ukuran panjang cagak 41 dan 63 cm. Skala batang berwarna putih menandakan 1 mm

Pembahasan

Penelitian indeks bentuk *sagittae* otolit telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan deskriptor yang berbeda-beda. Penelitian terhadap kelompok ikan genus *Serranus* di Kepulauan Canary, Spanyol menggunakan enam deskriptor (Tuset *et al.* 2003, 2006), tiga spesies Caspian Goby selatan di Pantai Anzali, Iran menggunakan enam deskriptor (Bani *et al.* 2013), dan lima jenis ikan pelagis di Laut Adriatic, Kroasia menggunakan tiga deskriptor (Zorica *et al.* 2010). Penggunaan deskriptor seringkali berkaitan dengan studi lanjutan penggunaan bentuk otolit dalam menginvestigasi struktur populasi ikan perunya yang tersebar secara luas pada area perairan yang berbeda (Burke *et al.* 2008, Aguera

& Brophy 2011, Hussy *et al.* 2016, Wujdi *et al.* 2017).

Hasil penelitian ini mengungkap bahwa parameter morfometri O_M dan O_W antara otolit kanan dan kiri tidak berbeda nyata. Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian sebelumnya pada beberapa jenis ikan famili Scombridae, seperti *Rastrelliger kanagurta* di perairan Oman, *Scomber japonicus* di perairan Laut Cina Selatan, *Scomber australasicus* di Teluk Sagami, Jepang, dan *Scomber scombrus* di Laut Norwegia (Jawad *et al.* 2011, He *et al.* 2017).

Nilai indeks bentuk otolit ikan cakalang bervariasi antarlokasi yang berbeda, khususnya pada deskriptor F_F , C , E , dan A_R , sedangkan R_O dan R_L tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Variasi ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan kondisi ling-

kungan perairan (Campana & Neilson 1985, Campana & Casselman 1993), ketersediaan makanan dan suhu perairan (Cardinale *et al.* 2004, Vignon 2012), ontogenetik (Cardinale *et al.* 2004), serta perbedaan demografi seperti jenis kelamin, umur, dan populasi (Nielsen *et al.* 2010, Bostanci *et al.* 2015). Namun demikian, berdasarkan nilai indeks bentuknya, secara umum bentuk morfologi otolit ikan cakalang di empat lokasi masih berada pada kisaran yang sama sehingga dapat merepresentasikan bentuk otolit yang sama pula. Otolit ikan cakalang berbentuk cenderung oval, memanjang dan memiliki pinggirannya yang tidak teratur.

Otolit ikan cakalang memiliki permukaan luar yang tidak beraturan dan cenderung berlekuk-lekuk ditunjukkan dengan nilai $F_F < 1$. Nilai $R_O < 1$ dan C pada penelitian ini memperlihatkan *sagittae* otolit cenderung berbentuk oval daripada berbentuk bulat, sedangkan nilai $R_T < 1$, E dan $A_R > 1$ menunjukkan bahwa *sagittae* otolit cenderung memanjang. Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian sebelumnya, yaitu bentuk otolit ikan cakalang di perairan Brazil dan Samudra Atlantik adalah memanjang, oval dan meruncing di bagian ujung anterior seperti halnya mata tombak ditunjukkan dengan nilai $R_T < 1$ (Tuset *et al.* 2008, Santificetur *et al.* 2017). Bentuk *sagittae* yang cenderung oval, memanjang, dan meruncing pada bagian anterior ini menjadi ciri khas ikan pelagis. Perbedaan bentuk otolit, khususnya bagian *sagittae*, antara ikan pelagis dan demersal terletak pada ketebalan dan tingkat kebulatan. Ikan pelagis dengan kebiasaan berenang yang aktif memiliki *sagittae* yang tipis dan memanjang, sedangkan ikan demersal yang hidup di dasar perairan memiliki *sagittae* yang tebal dan membulat (Gauldie & Crampton 2002, Bani *et al.* 2013).

Dalam penelitian ini, terdapat perbedaan yang nyata pada nilai deskriptor F_F , C , E dan A_R antar lokasi penelitian. Menurut Avigliano *et al.* (2017), Aguera & Brophy (2011), Ferguson *et al.* (2011) deskriptor C , E , dan F_F , dapat digunakan sebagai indikator habitat untuk membedakan daerah pemijahan jenis ikan *Prochilodus lineatus*, *Scomberesox saurus*, dan *Argyrosomus japonicus*. Dalam penelitian ini, nilai deskriptor R_t tidak berbeda nyata antar lokasi. Hal ini berarti R_t kurang efisien apabila digunakan untuk membedakan habitat ikan. Pernyataan ini didukung hasil penelitian sebelumnya oleh Aguera & Brophy (2011) pada ikan *Scomberesox saurus* dan Duarte-Neto *et al.* (2008) pada ikan *Coryphaena hippurus*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai deskriptor R_O juga tidak berbeda nyata antar lokasi sehingga juga kurang efisien untuk membedakan habitat ikan. Namun demikian, hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya oleh Ferguson *et al.* (2011) dan Aguera & Brophy (2011) yang menyatakan bahwa R_O merupakan indikator yang ideal untuk membedakan habitat ikan *A. japonicus* dan *S. saurus*. Penelitian ini dapat membuktikan bahwa bentuk otolit dapat diterapkan untuk membedakan struktur populasi dan area pemijahan ikan dari perairan-perairan yang berbeda, seperti halnya telah diteliti sebelumnya oleh Wujdi *et al.* (2017), Libungan *et al.* (2015), dan Avigliano *et al.* (2017).

Kesimpulan

Parameter morfometri otolit kanan dan kiri tidak berbeda nyata. Berdasarkan analisis indeks bentuk dengan menggunakan enam deskriptor, otolit ikan cakalang, khususnya bagian *sagittae*, memiliki karakteristik yang khas yaitu berbentuk oval yang meruncing di bagian anterior seperti mata tombak, cenderung memanjang, dan permukaannya tidak teratur.

Persantunan

Artikel ini merupakan kontribusi dari kegiatan penelitian yang berjudul “Penelitian Karakteristik Ekobiologi Ikan Pelagis di Sekitar Rumpon di WPP NRI-573 (Samudra Hindia Selatan Jawa hingga Nusa Tenggara)” yang dilaksanakan oleh Loka Penelitian Perikanan Tuna (LP2T) dengan sumber dana DIPA tahun anggaran 2016.

Daftar pustaka

- Aguera A, Brophy D. 2011. Use of saggital otolith shape analysis to discriminate North-east Atlantic and Western Mediterranean stocks of Atlantic saury, *Scomberesox saurus saurus* (Walbaum). *Fisheries Research*, 110(3): 465–471. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.06.003>
- Annabi A, Said K, Reichenbacher B. 2013. Inter-population differences in otolith morphology are genetically encoded in the killifish *Aphanius fasciatus* (Cyprinodontiformes). *Scientia Marina*, 77(2): 269–279. <https://doi.org/10.3989/scimar.03763.02A>
- Avigliano E, Domanico A, Sanchez S, Volpedo AV. 2017. Otolith elemental fingerprint and scale and otolith morphometry in *Prochilodus lineatus* provide identification of natal nurseries. *Fisheries Research*, 186: 1–10. <http://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.07.026>
- Aydin R, Calta M, Dursun S, Coban MZ. 2004. Relationships between fish lengths and otolith length in the population of *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) Inhabiting Keban Dam Lake. *Pakistan Journal of Biology Science*, 7(9): 1550–1553. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2004.1550.1553>
- Bani A, Poursaeid S, Tuset VM. 2013. Comparative morphology of the sagittal otolith in three species of south Caspian Gobies. *Journal of Fish Biology*, 82(4): 1321–1332. <https://doi.org/10.1111/jfb.12073>
- Bostanci D, Polat N, Kurucu G, Yedier S, Kontas S, Darcin M. 2015. Using otolith shape and morphometry to identify four *Alburnus* species (*A. chalcoides*, *A. escherichii*, *A. mossulensis* and *A. tarichi*) in Turkish inland waters. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(6): 1013–1022. <https://doi.org/10.1111/jai.12860>
- Burke N, Brophy D, King PA. 2008. Otolith shape analysis: its application for discriminating between stocks of Irish Sea and Celtic Sea herring (*Clupea harengus*) in the Irish Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 65(9): 1670–1675. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn177>
- Cabello MG, Barr EE, Solís EGC, Gómez MP, Boa AG. 2014. Morphometric analysis on sagitta, asteriscus and lapillus of Short-nose Mojarra *Diapterus brevirostris* (Teleostei: Gerreidae) in Cuyutlan coastal Lagoon, Colima, Mexico. *Revista de Biología Marina Y Oceanografía*, 49(2): 209–223. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572014000200004>
- Campana SE. 2004. Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Science* Vol. 133. NRC Research Press, Ottawa, Canada. 284 p.
- Campana SE, Casselman JM. 1993. Stock discrimination using otolith shape-analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50(5): 1062–1083. <https://doi.org/10.1139/f93-123>
- Campana SE, Neilson JD. 1985. Microstructure of fish otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42(5): 1014–1032. <https://doi.org/10.1139/f85-127>
- Cardinale M, Doering-Arjes P, Kastowsky M, Mosegaard H. 2004. Effects of sex, stock, and environment on the shape of known-age Atlantic cod (*Gadus morhua*) otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 61(2): 158–167
- Chulin AK, Chen HM. 2013. Comparative morphological study of otoliths in Taiwanese anguilliformes fishes. *Journal of Marine Science and Technology*, 21: 77–85. <https://doi.org/10.6119/JMST-013-1220-3>
- Duarte-Neto P, Lessa R, Stosic B, Morize E. 2008. The use of sagittal otoliths indiscriminating stocks of common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) off northeastern Brazil using multishape descriptors. *ICES Journal of Marine Science* 65(7): 1144–1152. <http://doi.org/10.1093/icesjms/fsn090>

- Essington TE, Hunsicker ME, Olson RJ, Maun-der MN, Kitchell JF. 2009. Predation, can-nibalism, and the dynamics of tuna popu-lations. *Pelagic Fisheries Research Program*, 14(1): 1–4.
- Ferguson GJ, Ward TM, Gillanders BM. 2011. Otolith shape and elemental composition: complementary tools for stock discrimina-tion of mulloway (*Argyrosomus japoni-cus*) in southern Australia. *Fisheries Re-search*, 110(1): 75–83. <http://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.03.014>
- Fonteneau A, Nishida T, Nakamura I, Seret B. 2009. Schooling finfish: an overview of the tunas, billfishes, and sharks. In: P. Safran (ed.), *Fisheries and Aquaculture*. Oxford, United Kingdom: EOLSS Pu-blishers Co. Ltd. pp. 42–79.
- Gauldie RW, Crampton JS. 2002. An ecomor-phological explanation of individual variability in the shape of the fish otolith: comparison of the otolith of *Hoplostethus atlanticus* with other species by depth. *Journal of Fish Biology*, 60(5): 1204–1221. <https://doi.org/10.1006/jfbi.2002.1938>
- He T, Cheng J, Qin J, Li Y, Gao T. 2017. Com-parative analysis of otolith morphology in three species of Scomber. *Ichthyological Research*, 65(2): 192–201. <http://doi.org/10.1007/s10228-017-0605-4>
- Homayuni H, Marjani M, Sabet HM. 2013. Des-criptive key to otoliths of three *Sardinella* species (Pisces, Clupeidae) from the Northern Oman Sea. *AACL Bioflux*, 6(3): 211–221.
- Hunsicker ME, Olson RJ, Essington TE, Maun-der MN, Duffy LM, Kitchell JF. 2012. Po-tential for top-down control on tropical tunas based on structure of predator-prey interactions. *Marine Ecology Progress Series*, 445: 263–277. <https://doi.org/10.3354/meps09404>
- Hussy K, Mosegaard H, Albertsen CM, Nielsen EE, Hansen JH, Eero M. 2016. Evaluation of otolith shape as a tool for stock discri-mination in marine fishes using Baltic Sea cod as a case study. *Fisheries Research*, 174: 210–218. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.10.010>
- Jawad LA, Al-Jufaili SA, Al-Shuhaily SS. 2008. Morphology of the otolith of the greater lizardfish *Saurida tumbil* (Pisces: Syno-dontidae). *Journal of Natural History*, 42(35–36): 2321–2330. <https://doi.org/10.1080/00222930802130278>
- Jawad LA, Ambuali A, Al-Mamry JM, Al-Busa-idi HK. 2011. Relationship between fish length and otolith length, width and weight of the Indian mackerel *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1817) collected from the Sea of Oman. *Ribarstvo*, 69(2): 51–61.
- Libungan LA, Palsson S. 2015. ShapeR: An R Package to study otolith shape variation among fish populations. *PLoS ONE*, 10(3): 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121102>
- Libungan LA, Oskarsson GJ, Slotte A, Jacobsen JA, Palsson S. 2015. Otolith shape: a po-pulation marker for Atlantic herring *Clu-pea harengus*. *Journal of Fish Biology*, 86(4): 1377–1395. <https://doi.org/10.1111/jfb.12647>
- Nielsen JR, Methven DA, Kristensen K. 2010. A statistical discrimination method using sagittal otolith dimensions between sibling species of juvenile cod *Gadus morhua* and *Gadus ogac* from the northwest Atlantic. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 43: 27–45. <https://doi.org/10.2960/J.v43.m667>
- Pascoe PL. 1986. Fish otoliths from the stomach of a thresher shark. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 66(2), 315–317. <https://doi.org/10.1017/S0025315400042958>
- Polito MJ, Trivelpiece WZ, Karnovsky NJ, Eli-zabeth Ng, Patterson WP, Emslie SD. 2011. Integrating stomach content and stable isotope analyses to quantify the diets of pygoscelid penguins. *PLoS ONE*, 6(10): 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0026642>
- Ponton D. 2006. Is geometric morphometrics ef-ficient for comparing otolith shape of dif-ferent fish species?. *Journal of Morpholo-gy*, 267(6): 750–757. <https://doi.org/10.1002/jmor>
- Popper AN, Ramcharitar J, Campana SE. 2005. Why otoliths? Insights from inner ear physiology and fisheries biology. *Marine and Freshwater Research*, 56(5): 497–504. <https://doi.org/10.1071/MF04267>
- Reichenbacher B, Reichard M. 2014. Otoliths of five extant species of the annual killifish

- Nothobranchius from the East African savannah. *PLoS ONE*, 9(11): 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112459>
- Reichenbacher B, Sienknecht U, Küchenhoff H, Fenske N. 2007. Combined otolith morphology and morphometry for assessing taxonomy and diversity in fossil and extant killifish (*Aphanius*, *Prolebias*). *Journal of Morphology*, 268(10): 898–915. <https://doi.org/10.1002/jmor.10561>
- Sadighzadeh Z, Otero-Ferrer JL, Lombarte A, Fatemi MR, Tuset VM. 2014. An approach to unraveling the coexistence of snappers (*Lutjanidae*) using otolith morphology. *Scientia Marina*, 78(3): 353–362. <https://doi.org/10.3989/scimar.03982.16C>
- Sadighzadeh Z, Tuset VM, Valinassab T, Dadpour MR, Lombarte A. 2012. Comparison of different otolith shape descriptors and morphometrics for the identification of closely related species of *Lutjanus* spp. from the Persian Gulf. *Marine Biology Research*, 8(9): 802–814. <https://doi.org/10.1080/17451000.2012.692163>
- Santificetur C, Conversani VRM, Brenha-Nunes MR, Giaretta MB, Siliprandi CC, Rossi-Wongtschowski CLDB. 2017. Atlas of marine bony fish otoliths (sagittae) of Southeastern-Southern Brazil Part V: Perciformes (*Sparidae*, *Sciaenidae*, *Polynemidae*, *Mullidae*, *Kyphosidae*, *Chaetodontidae*, *Mugilidae*, *Scaridae*, *Percophidae*, *Pinguipedidae*, *Blenniidae*, *Gobiidae*, *Ephippidae*, *Sphyraenidae*, *Gempylidae*, *Trichiuridae*, *Scombridae*, *Ariommatidae*, *Stromateidae* and *Caproidae*). *Brazilian Journal of Oceanography*, 65(2): 201–257. <http://doi.org/10.1590/S1679-87592017131006502>
- Secor DH, Dean JM, Laban EH. 1992. Otolith removal and preparation for microchemical examination. In: D.Stevenson and S. Campana (Eds), *Otolith microstructure examination and analysis*. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences Volume. 117. Ottawa, Canada: pp. 19–57.
- Seyfabadi J, Afshari M, Valinassab T. 2014. Otolith morphology and body size relationships of *Nemipterus japonicus* (Bloch, 1791) in the Northern Oman Sea. *Indian Journal of Fisheries*, 61(2): 112–117.
- Sparre P, Venema SC. 1999. *Introduksi Pengkajian Ikan Tropis Buku 1: Manual*. Diterjemahkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. 438 p.
- Tuset VM, Lombarte A, Assis CA. 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72(72S1): 7–198. <https://doi.org/10.3989/scimar.2008.72s17>
- Tuset VM, Lombarte A, González JA, Pertusa JF, Lorente MJ. 2003. Comparative morphology of the sagittal otolith in *Serranus* spp. *Journal of Fish Biology*, 63(6): 1491–1504. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2003.00262.x>
- Tuset VM, Rosin PL, Lombarte A. 2006. Sagittal otolith shape used in the identification of fishes of the genus *Serranus*. *Fisheries Research*, 81(2–3): 316–325. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.06.020>
- Valinassab T, Seyfabadi J, Homayuni H, Afraie Bandpei MA. 2012. Relationships between fish size and otolith morphology in ten clupeids from the Persian Gulf and Gulf of Oman. *Cybiuim*, 36(4): 505–509.
- Vignon M. 2012. Ontogenetic trajectories of otolith shape during shift in habitat use: interaction between otolith growth and environment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 420–421: 26–32. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2012.03.021>
- Wujdi A, Setyadji B, Nugroho SC. 2017. Identifikasi struktur stok ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis* Linnaeus, 1758) di Samudra Hindia (WPP NRI 573) menggunakan analisis bentuk otolith. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 23 (2): 77–88. <http://doi.org/10.15578/jppi.23.2.2017.77-88>
- Yilmaz S, Yazicioglu O, Saygin S, Polat N. 2014. Relationships of otolith dimensions with body length of European perch, *Perca fluviatilis* L., 1758 from Lake Ladik, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 46(5): 1231–1238.
- Yilmaz S, Yazicioglu O, Yazici R, Polat N. 2015. Relationships between fish length and otolith size for five cyprinid species from Lake Ladik, Samsun, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 39(3): 438–446. <https://doi.org/10.3906/zoo-1403-58>
- Zengin M, Saygin S, Polat N. 2015. Otolith shape analyses and dimensions of the An-

- chovy *Engraulis encrasicolus* L in the Black and Marmara Seas. *Sains Malaysiana*, 44(5), 657–662.
- Zischke MT, Litherland L, Tilyard BR, Stratford NJ, Jones EL, Wang Y. 2016. Otolith morphology of four mackerel species (*Scomberomorus* spp.) in Australia: Species differentiation and prediction for fisheries monitoring and assessment. *Fisheries Research*, 176: 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.12.003>
- Zorica B, Sinovèiæ G, Èikeškeè V. 2010. Preliminary data on the study of otolith morphology of five pelagic fish species from the Adriatic Sea (Croatia). *Acta Adriatica*, 51(1): 89–96.

Komposisi dan nilai pencernaan nutrisi tepung daun tarum (*Indigofera zollingeriana*) yang difermentasi dengan cairan rumen domba pada benih ikan jelawat *Leptobarbus hoevenii* (Bleeker, 1851)

[Composition and digestibility values of *Indigofera zollingeriana* leaf meal on hoven's carp seed *Leptobarbus hoevenii* which fermented with sheep rumen liquor]

Dwinda Pangentasari^{1✉}, Mia Setiawati², Nur Bambang Priyo Utomo², Mas Tri Djoko Sunarno³

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

²Departemen Budidaya Perairan, Fakultas perikanan dan Ilmu Kelautan IPB
Jl. Agatis, Kampus IPB, Dramaga, Bogor 16680

³Balai Riset Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan
Jl. Sempur No. 1, Bogor, Jawa Barat

Diterima: 27 Oktober 2017; Disetujui: 5 Juni 2018

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kandungan nutrisi dari fermentasi tepung daun tarum dan kecernaannya terhadap benih ikan jelawat. Penelitian terdiri atas dua tahap yaitu fermentasi dan uji kecernaan bahan dari tepung daun tarum. Fermentasi tepung daun tarum menggunakan cairan rumen domba sebagai fermentator. Fermentasi dilakukan selama 24 jam dengan dosis 0 (kontrol), 200, 400, dan 600 mL kg⁻¹, kemudian dikeringkan dan dianalisis proksimat. Uji kecernaan menggunakan tepung daun tarum yang difermentasi dan tanpa fermentasi. Uji kecernaan bahan dilakukan dengan menambahkan Cr₂O₃ pada pakan sebagai indikator dengan metode penyifonan feses. Ikan jelawat (2,31 ± 0,02 g) dipelihara dalam wadah akuarium ukuran 60 cm x 50 cm x 40 cm dengan kepadatan 25 ekor akuarium⁻¹ selama 30 hari. Ikan diberi pakan tiga kali sehari secara satiasi. Feses diambil satu jam setelah pemberian pakan, dikeringkan dan dianalisis kimia. Uji fermentasi menunjukkan bahwa kandungan nutrisi tepung daun tarum yang difermentasi menggunakan dosis 600 mL kg⁻¹ lebih baik dan berbeda nyata dibandingkan dosis lainnya pada kandungan serat kasar dan bahan ekstrak tanpa nitrogen yaitu 9,32±0,53 dan 49,23±1,11. Penurunan serat kasar terjadi sebanyak 36%. Uji kecernaan menunjukkan bahwa kecernaan bahan, kecernaan protein, kecernaan lemak, dan kecernaan energi pada penggunaan tepung daun tarum yang difermentasi lebih baik dan berbeda nyata dibandingkan dengan tepung daun tarum tanpa fermentasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa fermentasi tepung daun tarum dengan dosis 600 mL kg⁻¹ meningkatkan kualitas nutrisi bahan dan kecernaan terhadap benih ikan jelawat.

Kata penting: fermentasi, kecernaan bahan, *Leptobarbus hoevenii*, tepung daun tarum

Abstract

The aim of this study was to evaluate the nutritional content of fermented tarum leaf meal and its nutrient digestibility on hoven's carp juvenile. This study consisted of two steps namely fermentation and determination of nutrient digestibility of tarum leaf meal. Sheep's rumen fluids used as fermentator of tarum leaf, fermentation was performed for 24 hours with several levels at 0, 200, 400 and 600 mL kg⁻¹, then dried and analyzed for proximate. Digestibility trial was carried out for fermented and non-fermented tarum leaf meal. Digestibility trial was conducted by adding Cr₂O₃ as the indicator and faecal collection through siphoning. Hoven's carp (2,31 ± 0,02 g) were cultured for 30 days using 60 cm x 50 cm x 40 cm aquarium with a density of 25 fishes aquarium⁻¹. Fish were fed three times daily *ad satiation*. Feces were collected one hour after feeding, dried and analyzed. Fermentation test showed that the nutrient content of fermented tarum leaf meal using 600 mL kg⁻¹ dose was better and significantly than other doses in crude fiber and nitrogen free extract were 9,32±0,53 and 49,23±1,11. The decrease of crude fiber were 36%. Digestibility test showed that the raw material digestibility, protein digestibility, fat digestibility and energy digestibility in use tarum meal was better and significantly different than non-fermented tarum leaf meal. The results showed that fermented tarum leaf meal at 600 mL kg⁻¹ increase quality of nutrients and digestibility of hoven's carp seed.

Keywords: fermentation, *Indigofera zollingeriana*, *Leptobarbus hoevenii*, raw material digestibility

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: dpangentasari@gmail.com

Pendahuluan

Meskipun menyerap lebih dari 70% total biaya operasional produksi, pakan berperan nyata dalam peningkatan produksi ikan air tawar yang diandalkan sebagai pemasok kebutuhan ikan domestik (Suprayudi 2010). Keberlanjutan industri pakan, sebagian besar bergantung pada pasokan bahan baku impor. Menurut BPS (2015), impor bahan baku tepung bungkil kedelai mencapai 1,2 juta ton tahun⁻¹ dari total produksi pakan 3 juta ton tahun⁻¹. Ketergantungan akan bahan baku impor berakibat terhadap peningkatan harga pakan. Salah satu upaya untuk menekan biaya pakan adalah penggunaan bahan baku lokal sebagai sumber protein nabati yang mengandung protein lebih dari 20% (Sunarno *et al.* 2011).

Tarum (*Indigofera zollingeriana*) merupakan tumbuhan darat yang termasuk dalam famili Leguminosa. Tumbuhan ini berkembang di Sumatera dan Jawa (Hassen *et al.* 2006). Tarum mengandung 27,68-28,98% protein dengan susunan asam amino esensial yang hampir setara dengan bungkil kedelai (Akbarillah *et al.* 2010, Palupi *et al.* 2014). Seperti tumbuhan lainnya, tarum mengandung serat kasar yang tinggi mencapai 18% (Abdullah 2010, Herdiawan & Krisnan 2014) sehingga membatasi penggunaan bahan baku tersebut dalam pakan (Caruso 2015).

Upaya penurunan serat kasar bahan nabati dapat dilakukan antara lain melalui proses fermentasi (Eltayeb *et al.* 2007, Olude *et al.* 2016) seperti pada dedak gandum, padi-padian, dan biji-bijian dari tumbuhan leguminosa (Eltayeb *et al.* 2007, Hassan *et al.* 2008, Khattab & Arntfield 2009). Selain itu, cairan rumen domba terbukti dapat menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan pencernaan kulit buah kakao (*Theobroma cacao*) ((Jusadi *et al.* 2013), bungkil kelapa (*Cocos nucifera*) (Zuraida *et al.* 2013), tepung daun lamtorogung (*Leucaena leuco-*

cephala) (Fitriliyani 2010), dan pakan berbasis sumber protein nabati (Suprayudi *et al.* 2011). Cairan rumen domba mengandung bakteri penghasil enzim selulolitik dan xylanolitik yang mendegradasi selulosa, hemiselulosa, pati, dan gula (Koike *et al.* 2010). Penggunaan cairan rumen domba sebagai fermentator diharapkan mampu memperbaiki kualitas tarum sebagai sumber protein nabati.

Ikan jelawat (*Leptobarbus hoevenii*) merupakan ikan air tawar ekonomis penting dan asli Indonesia. Ikan ini direkomendasikan untuk dikembangkan budidayanya di Indonesia (Nugroho *et al.* 2012). Budi daya ikan jelawat secara tradisional yang mengandalkan pakan ikan rucah dan tanaman sudah dilakukan sejak tahun 1970 di Sumatera (Reksalegona 1979). Ikan jelawat dapat menerima pakan buatan berbentuk pelet dan dipelihara dalam keramba secara polikultur dengan ikan ringo (*Thynnichthys thynoides*) dengan kepadatan tinggi (Sunarno & Reksalegona 1982).

Benih ikan jelawat sudah diproduksi secara massal di panti benih (Sunarno 1991). Benih jelawat umur 40 hari dapat mencerna pakan buatan dengan kandungan protein 38% (Sunarno 2002). Sebagai ikan omnivor cenderung herbivor, ikan jelawat diduga mempunyai kemampuan dalam mencerna bahan sumber protein nabati. Menurut Palupi *et al.* (2014), tarum merupakan bahan pakan sumber protein tinggi yang mampu meningkatkan kualitas telur pada ayam petelur sehingga dapat menggantikan tepung bungkil kedelai pada ransum. Namun, informasi penggunaan tarum dalam pakan ikan air tawar masih terbatas karena belum banyak dilakukan penelitian terkait bahan tersebut. Oleh karena itu, diperlukan suatu penelitian dengan tujuan untuk mengevaluasi kandungan nutrisi tepung daun tarum yang difermentasi dan pencernaan nutrisinya pada benih ikan jelawat.

Bahan dan metode

Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2016–Mei 2017. Penelitian terdiri atas dua tahap, yaitu evaluasi dosis cairan rumen domba untuk fermentasi tepung daun tarum (TDT) dan uji pencernaan bahan TDT pada benih ikan jelawat. Percobaan fermentasi TDT dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi, Departemen Budi daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Percobaan pencernaan TDT dilakukan di Laboratorium Basah, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan, Bogor.

Penelitian I: Fermentasi tepung daun tarum

Persiapan bahan uji

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri atas empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan dibedakan berdasarkan dosis cairan rumen domba yang digunakan yaitu 0 mL kg⁻¹ (kontrol), 200 mL kg⁻¹, 400 mL kg⁻¹, dan 600 mL kg⁻¹. Bahan uji yang digunakan yaitu TDT yang diperoleh dari kebun percobaan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor dan cairan rumen domba diperoleh dari rumah potong hewan (RPH) Bulak, Bogor. Cairan rumen domba diambil sebanyak 600 mL dari domba yang baru saja dipotong kemudian dimasukkan ke dalam wadah dan diletakkan di dalam *cool box*. Cairan rumen domba disentrifuse (Himac CR 21G) dengan kecepatan 12.000 rpm selama 20 menit pada suhu -4°C (Lee *et al.* 2002). Supernatan yang terbentuk diambil sebanyak ±550 mL sebagai sumber enzim

dan disimpan pada suhu 4°C untuk mempertahankan aktivitas enzim.

Proses fermentasi

Fermentasi dilakukan dengan cara mencampurkan TDT dengan cairan rumen domba kedalam wadah yang homogen sesuai dengan perlakuan. Setelah dicampur, TDT dan cairan rumen domba diaduk perlahan-lahan sampai rata lalu ditutup rapat dan diinkubasi selama 24 jam. TDT selanjutnya dimasukkan ke dalam oven (Mettler, German) pada suhu 65°C selama satu jam. Kemudian TDT dianalisis proksimat untuk membandingkan kandungan nutrisi antar-perlakuan.

Penelitian 2 : Uji pencernaan tepung daun tarum

Persiapan pakan dan hewan uji

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri atas dua perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuannya adalah pakan dengan TDT tanpa fermentasi dan TDT fermentasi (Tabel 1). Dosis TDT fermentasi pada tahap ini berdasarkan hasil terbaik pada penelitian pertama. Pakan rujukan menggunakan pakan komersial merk Laju, PT. Sinta Prima Feedmill dengan protein 30% (Halver 1989).

Hewan uji yang digunakan adalah benih ikan jelawat yang diperoleh dari Balai Budidaya Ikan Air Tawar, Anjungan Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Kalimantan Barat dengan bobot $2,31 \pm 0,02$ g. Sebelum penelitian, ikan diadaptasikan terlebih dahulu ± 1 minggu dan diberi pakan buatan dengan kadar protein 30%, frekuensi tiga kali sehari secara satiasi. Setelah masa adaptasi selesai, ikan dipuasakan selama 24 jam kemudian mulai diberi pakan perlakuan.

Tabel 1. Formulasi pakan uji pencernaan bahan

Bahan baku	Pakan acuan	Pakan bahan uji (%)	
		Fermentasi	Tanpa fermentasi
Pakan rujukan	96,5	66,5	66,5
TDT tanpa fermentasi	-	-	30,0
TDT terfermentasi	-	30,0	-
Cr ₂ O ₃	0,5	0,5	0,5
Tepung tapioka	3,0	3,0	3,0
Total	100,0	100,0	100,0

Pemeliharaan ikan dan pengumpulan feses

Pemeliharaan ikan dilakukan pada akuarium berukuran 60 cm x 50 cm x 40 cm yang diisi air sebanyak 72 L dan diaerasi selama 24 jam. Pemeliharaan ikan dilakukan selama 30 hari dengan kepadatan 25 ekor akuarium⁻¹. Pengumpulan feses dilakukan mulai hari ke empat setelah 30–60 menit pemberian pakan dengan metode penyiponan (Watanabe 1988). Feses ditampung dalam wadah, dikeringkan dalam suhu ruangan, dan dioven (Memmert, German) pada suhu 65°C selama 12 jam. Feses tersebut disimpan dalam botol berlabel. Pengumpulan feses dihentikan setelah bobot sampel feses mencapai 10–15 g berat kering. Feses dianalisis kandungan proksimat dan Cr₂O₃. Parameter uji yang digunakan adalah pencernaan bahan, pencernaan protein, pencernaan lemak, dan pencernaan energi (Watanabe 1988).

Analisis kimiawi

Analisis kimiawi meliputi analisis proksimat (bahan fermentasi, pakan TDT terfermentasi dan pakan TDT tanpa fermentasi) (AOAC 2005) dan analisis kromium (pakan dan feses) (Takeuchi 1988). Rumus menghitung nilai pencernaan dapat dilihat di bawah ini.

Kecernaan nutrisi (protein, lemak, energi) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Takeuchi 1988):

$$\%KN = 1 - \left(\frac{\%Cr_2O_3 \text{ dalam pakan}}{\%Cr_2O_3 \text{ dalam feses}} \times \frac{\% \text{ nutrisi dalam feses}}{\% \text{ nutrisi dalam pakan}} \right) \times 100$$

Kecernaan bahan baku (tepung daun tarum) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Watanabe 1988):

$$\% KB = \frac{ADT - 0,7 AD}{0,3}$$

Keterangan: ADT= nilai pencernaan pakan bahan uji, AD= nilai pencernaan pakan rujukan

Analisis statistik

Data disajikan dalam bentuk rata-rata ± simpangan baku, dianalisis secara statistik dengan menggunakan piranti lunak SPSS 16. Apabila terdapat pengaruh nyata perlakuan terhadap parameter uji, maka dilakukan uji lanjut pada taraf kepercayaan 95%.

Hasil

Uji fermentasi daun tarum

Fermentasi TDT menggunakan cairan rumen domba pada tiga dosis berbeda nyata ($P < 0,05$) pada serat kasar dan BETN (bahan ekstrak tanpa nitrogen) yaitu sebesar $9,32 \pm 0,53$ dan $49,23 \pm 1,11$ pada dosis 600 mL kg⁻¹ (Tabel 2). Sementara itu, protein kasar, lemak kasar, dan abu TDT tidak berbeda nyata pada berbagai dosis ($P > 0,05$).

Tabel 2. Komposisi proksimat tepung daun tarum pada berbagai dosis cairan rumen domba (% berat kering)

Komposisi (%)	Dosis fermentasi (mL kg ⁻¹)			
	0	200	400	600
Protein kasar	29,06±0,16 ^a	29,31±0,52 ^a	29,30±0,33 ^a	30,42±1,14 ^a
Serat kasar	14,30 ±0,74 ^c	12,89±0,10 ^{bc}	11,23±0,80 ^{ab}	9,32±0,53 ^a
Lemak kasar	2,12±0,45 ^a	2,14±0,15 ^a	2,15±0,79 ^a	2,12±0,16 ^a
Abu	10,54±0,05 ^a	10,66±0,12 ^a	10,99±0,12 ^a	10,37±0,89 ^a
BETN	43,74±0,66 ^b	45,27±0,26 ^b	45,21±0,91 ^b	49,23±1,11 ^a

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

Tabel 3. Kecernaan tepung daun tarum (TDT) pada benih ikan jelawat (*L. hoevenii*)

Parameter	Pakan rujukan (RD)	Tepung daun tarum (TDT)	
		Fermentasi	Tanpa fermentasi
Kecernaan bahan	-	70,10±1,63 ^a	60,74±1,43 ^b
Kecernaan protein	84,85±0,41 ^a	85,57±0,57 ^a	83,05±0,56 ^b
Kecernaan lemak	86,81±0,35 ^a	83,37±0,66 ^b	79,88±0,66 ^c
Kecernaan energi	77,70±0,60 ^a	77,75±0,88 ^a	76,67±0,77 ^a

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

Uji kecernaan tepung daun tarum

Hasil uji menunjukkan bahwa nilai kecernaan bahan, protein, dan lemak pada TDT yang difermentasi lebih tinggi dan berbeda nyata (P<0,05) dibandingkan TDT tanpa fermentasi, namun tidak berbeda nyata pada kecernaan energi (Tabel 3). Nilai kecernaan bahan, protein, lemak, dan energi pada TDT fermentasi masing-masing adalah 70,10±1,63; 85,57±0,57; 83,37±0,66; dan 77,75±0,88.

Pembahasan

Penggunaan dosis cairan rumen domba sebanyak 600 mL kg⁻¹ pada fermentasi TDT menunjukkan hasil terbaik dengan penurunan serat kasar sebesar 36%. Hal tersebut dikarenakan rumen domba menghasilkan mikroba-mikroba yang mampu mensekresikan enzim untuk mendegradasi substrat selulosa yaitu enzim selulase

(Kamra 2005). Bakteri tersebut antara lain *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Bacteroides succigones*, *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flavefaciens*, *Bacteroides amylophilus*, *Selenomonas ruminantium*, *Lachnospira multipharus*, *Prevotella* spp., dan *Peptostreptococcus elsdenii* (Koike *et al.* 2010). Enzim-enzim selulolitik seperti enzim *xylanase* dan *α-L-arabino furanosidase* ditemukan pada cairan rumen domba dan berkontribusi untuk mendegradasi hemiselulosa (Koike *et al.* 2010). Enzim tersebut mampu mendegradasi substrat selulosa sehingga dapat menurunkan serat kasar. Fitriyanti (2010) melaporkan bahwa penambahan cairan rumen domba pada tepung daun lamtorogung mampu menurunkan serat kasar dan menunjukkan hasil kecernaan yang baik pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Kandungan serat kasar yang rendah mampu meningkatkan BETN (Tabel 2). Rumen domba berfungsi

sebagai tempat mendegradasi atau memecah makanan yang tinggi serat pada saluran pencernaan ruminansia (Koike *et al.* 2010).

Kandungan protein dan lemak kasar tidak berbeda nyata ($P>0,05$) antara TDT yang difermentasi dengan tidak difermentasi. Hal tersebut diduga akibat rendahnya aktivitas enzim protease dan lipase karena mikroba pendegradasi enzim tersebut tidak dominan pada cairan rumen domba (Fitriyanti 2010, Zuraida *et al.* 2013). Hasil pengukuran aktivitas enzim menunjukkan aktivitas enzim selulase lebih tinggi diantara aktivitas enzim lain, yaitu enzim selulase $0,51\pm0,11$ IU menit.mL⁻¹, amilase $0,50\pm0,02$ IU menit.mL⁻¹, protease $0,06\pm0,01$ IU menit.mL⁻¹ dan lipase $0,004\pm0,002$ IU menit.mL⁻¹ pada tepung bungkil kelapa yang difermentasi dengan cairan rumen domba (Zuraida *et al.* 2013). Hasil yang sama juga ditunjukkan pada penelitian Fitriyanti (2010), aktifitas enzim cairan rumen domba berturut-turut yaitu selulase $0,33\pm0,04$ IU menit.mL⁻¹, protease $0,12\pm0,04$ IU menit.mL⁻¹ dan lipase $0,04\pm0,004$ IU menit.mL⁻¹. Berdasarkan hasil tersebut, penambahan cairan rumen domba sebanyak 600 mL kg⁻¹ merupakan dosis terbaik yang dapat digunakan sebagai rekayasa bahan baku TDT untuk sumber protein nabati pada pakan ikan jelaat.

Pengukuran pencernaan TDT pada ikan jelaat telah dilakukan pada TDT tanpa fermentasi dan TDT fermentasi menggunakan dosis 600 mL kg⁻¹ sebagai dosis terbaik dengan penurunan serat kasar sebesar 36%. Pencernaan menunjukkan banyaknya nutrisi yang diserap dan digunakan untuk pertumbuhan serta proses metabolisme (NRC 2011). Nilai pencernaan protein pada pakan rujukan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan TDT fermentasi, namun berbeda nyata dengan TDT tanpa fermentasi. Nilai pencernaan lemak pada pakan rujukan menunjukkan hasil

yang berbeda nyata dengan TDT fermentasi dan tanpa fermentasi. Sementara itu nilai pencernaan energi pada pakan rujukan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan TDT fermentasi dan tanpa fermentasi. Nilai pencernaan TDT yang difermentasi menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P<0,05$) dengan TDT tanpa fermentasi yaitu pada pencernaan bahan, protein, dan lemak, namun tidak berbeda nyata pada pencernaan energi (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan ikan jelaat dalam mencerna bahan yang difermentasi lebih baik dibandingkan bahan tanpa fermentasi. Nilai pencernaan bahan dari TDT tanpa fermentasi dan TDT fermentasi mengalami peningkatan sebesar 15,41%. Menurut Suprayudi *et al.* (2012), pencernaan bahan tepung kulit singkong yang difermentasi menggunakan khamir mengalami peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan pencernaan bahan yang tidak difermentasi. Proses fermentasi menyebabkan persentase jumlah bahan yang bisa dicerna lebih banyak dan penguraian komponen substrat menjadi komponen yang lebih sederhana melalui proses pencernaan pada ikan akan lebih mudah (Zuraida *et al.* 2013). Struktur serat kasar terdiri atas lignin dan selulosa yang sulit dicerna sedangkan struktur BETN terdiri atas gula dan pati yang mudah dicerna. Aktivitas enzim pada proses fermentasi mampu mendegradasi lignin pada serat kasar sehingga terurai dan meningkatkan pencernaan bahan kering (Sharma & Arora 2010, Harfiah & Mide 2010).

Nilai pencernaan protein pada TDT fermentasi berbeda nyata ($P<0,05$) dengan TDT tanpa fermentasi. Hal tersebut diduga akibat aktivitas mikroba yang mampu mendegradasi ikatan protein pada tanin sehingga lebih mudah dicerna. Tanin membentuk ikatan kovalen dengan protein, namun dengan aktivitas enzim yang mendegradasi tanin mengakibatkan ikatan tersebut terurai

(Makkar *et al.* 1988). Tingginya nilai pencernaan protein pada pakan disebabkan adanya penurunan serat kasar yang cukup besar sehingga memudahkan ikan untuk mencerna dan menyerap nutrisi yang terdapat pada pakan (Suprayudi *et al.* 2012). Penggunaan pakan dengan pencernaan protein yang baik sangat penting dalam kondisi budi daya dengan kepadatan tinggi karena akumulasi pakan yang tidak tercerna dapat merusak kualitas air (Fang *et al.* 2015). Kelebihan protein yang tidak mampu dicerna ikan akan menyebabkan komposisi amoniak yang tinggi di perairan.

Hasil yang sama ditunjukkan pada pencernaan lemak. Pakan fermentasi menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan pakan tidak fermentasi. Nilai pencernaan lemak terkait dengan kemampuan ikan dalam memanfaatkan sumber energi selain protein yaitu karbohidrat dan lemak. Tingginya nilai pencernaan disebabkan adanya perubahan struktur bahan akibat fermentasi sehingga lebih mudah dicerna dan adanya kemampuan ikan dalam memanfaatkan karbohidrat sebagai sumber energi (Suprayudi *et al.* 2012). Ikan air tawar (termasuk ikan jelawat) memanfaatkan karbohidrat sebagai sumber energi berbeda dengan ikan air laut yang memanfaatkan protein sebagai sumber energi. Hal tersebut salah satunya disebabkan oleh sistem saluran pencernaan yang berbeda (NRC 2011). Faktor yang memengaruhi pencernaan energi pada ikan diantaranya stadia, aktivitas, temperatur, dan spesies (Halver 1989). Ikan lebih memanfaatkan protein dan lemak sebagai sumber energi dibandingkan karbohidrat yang disebabkan oleh terbatasnya kemampuan ikan untuk memanfaatkan karbohidrat. Akan tetapi, ikan herbivor dan ikan omnivor lebih mampu menyerap energi yang bukan berasal dari protein (Pandian 1989).

Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi menggunakan cairan rumen domba dengan dosis 600 mL kg⁻¹ dapat meningkatkan kualitas tepung daun tarum dan nilai pencernaan pada benih ikan jelawat.

Daftar pustaka

- Abdullah L. 2010. Herbage production and quality of shrub *Indigofera* treated by different concentration of foliar fertilizer. *Media Peternakan*. 33(3): 169–175.
- Akbarillah T, Kususiya, Hidayat. 2010. Pengaruh penggunaan daun *Indigofera* segar sebagai suplemen pakan terhadap produksi dan warna yolks itik. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*. 5(1): 7–33.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2005. *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist*. Association of Official Analytical Chemists. In, Virginia USA.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2015. [internet]. [diunduh tanggal 8 September 2016]; terdapat pada: Ekspor-Impor. <https://www.bps.go.id/Subjek/view/id/8>.
- Caruso G. 2015. Use of plant products as candidate fish meal substitute: An emerging issue in aquaculture productions. *Fisheries and Aquaculture Journal*. 6(3): 1–3.
- Eltayeb MM, Hassan AB, Sulieman MA, Babiker EE. 2007. Effect of processing followed by fermentation on antinutritional factors content of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) Cultivars. *Pakistan Journal of Nutrition*. 6(5): 463–467.
- Fang L, Bai XL, Liang XF, He S, Guo XZ, Li L, Li B, Shen D, Tao YX. 2015. Ammonia nitrogen excretion in mandarin fish (*Siniperca chuatsi*) and grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fed practical diets: The effects of water temperature. *Aquaculture Research*. 47(1): 1–8.
- Fitriliyani I. 2010. Evaluasi nilai nutrisi tepung daun lamtoro gung (*Leucaena leucophala*) terhidrolisis dengan ekstrak enzim cairan rumen domba (*Ovis aries*) terhadap kiner-

- ja pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 9(1): 30–37.
- Halver JE. 1989 *Fish Nutrition*. Academic Press, New York USA
- Harfiah, Mide MZ. 2010. Rice straw in vitro digestibility of combination treatments alkali, fermented with cellulolytic, lignolytic and lactic acid microbes with supplementation of sulfur. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*. 3(3): 96–100
- Hassan EG, Alkareem MA, Mustafa AMI. 2008. Effect of fermentation and particle size of wheat bran on the antinutritional factors and bread quality. *Pakistan Journal of Nutrition*. 7(4): 521–526.
- Hassen A, Rethman NFG, Apostolides Z. 2006. Morphological and agronomic characterisation of *Indigofera* species using multivariate analysis. *Journal Tropical Grasslands*, 40(4): 45–59.
- Herdiawan I, Krisnan R. 2014. Produktivitas dan pemanfaatan tanaman leguminosa pohon *Indigofera zollingeriana* pada lahan kering. *Wartazoa*, 24(2): 75–82.
- Jusadi D, Ekasari J, Kurniansyah A. 2013. Efektivitas penambahan enzim cairan rumen domba pada penurunan serat kasar dan nilai ketercernaan kulit buah kakao sebagai bahan pakan ikan nila. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 12(1): 43–51.
- Kamra DN. 2005. Special section microbial diversity: rumen microbial ecosystem. *Current Science*, 89(2): 24–135.
- Khattab RY, Arntfield SD. 2009. Nutritional quality of legume seeds as affected by some physical treatments. *Food Science and Technology*, 42(2): 1113–1118
- Koike S, Handa Y, Goto H, Sakai K, Miyagawa E, Matsui H, Ito S, Kobayashi Y. 2010. Molecular monitoring and isolation of previously uncultured bacterial strains from the sheep rumen. *Applied and Environmental Microbiology*. 76(2): 1887–1894
- Lee SS, Kim CH, Ha JK, Moon YH, Choi NJ, Cheng KJ. 2002. Distribution and activities of hydrolytic enzymes in the rumen compartments of Hereford bulls fed alfalfa based diet. *Asian-Aust. Journal Animal Science*, 15(12): 1725–1731
- Makkar P, Dawra R, Singh B. 1988. Determination of both tannin and protein in a tannin-protein complex. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 36(3): 523–525
- Nugroho E, Sukadi MF, Huwoyon G. 2012. Beberapa jenis ikan lokal yang potensial untuk budidaya: Domestikasi, teknologi pembenihan dan pengelolaan kesehatan lingkungan budidaya. *Media Akuakultur*. 7(1): 52–57
- [NRC] National Research Council. 2011. *Nutrient Requirements of Fishes*. National Academy of Sciences, Washington DC US).
- Olude O, George F, Alegbeleye W. 2016. Utilization of autoclaved and fermented sesame (*Sesamum indicum* L.) seed meal in diets for Tilapia natural male tilapia. *Animal Nutrition*, 2(4): 339–344.
- Palupi R, Abdullah L, Astuti DA, Sumiati. 2014. High antioxidant egg production through substitution of soybean meal by *Indigofera* sp. top leaf meal in laying hendiets. *International Journal of Poultry Science*. 13(4): 198–203.
- Pandian TJ. 1989. Protein requirement of fish and prawns cultured in Asia. In: De Silva SS (ed). *Fish Nutrition Research in Asia*. Proceedings of the Third Asian Fish Nutrition network Meeting. Asian Fisheries Society Special Publication 4, 166 p. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines. pp: 11–19.
- Reksalegona O. 1979. Fish cage culture in the town of Jambi, Indonesia. International Workshop on Pen and Cage Culture of Fish, 11–12 February 1979. *IDRC-SEAFDEC*, Philippines, pp: 51–53.
- Sharma RK, Arora DS. 2010. Production of lignocellulolytic enzymes and enhancement of in vitro digestibility during solid state fermentation of wheat straw by *Phlebia floridensis*. *Bioresource Technology*, 101(1): 9284–9253.
- Suprayudi MA. 2010. Bahan baku lokal. Tantangan dan harapan akuakultur Indonesia. *Symposium Nasional Bioteknologi Akuakultur III*. IPB Convention Center, Bogor, Oktober 2010. p.31
- Suprayudi MA, Dimahesa W, Jusadi D, Setiawati M, Ekasari J. 2011. Suplementasi crude enzim cairan rumen domba pada pakan berbasis sumber protein nabati dalam memacu pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Iktiologi Indonesia* 11(2): 177–183.

- Suprayudi MA, Edriani G, Ekasari J. 2012. Evaluasi kualitas produk fermentasi berbagai bahan baku hasil samping agroindustri lokal: pengaruhnya terhadap pencernaan serta kinerja pertumbuhan juvenil ikan mas. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 11(1): 1–10.
- Sunarno MTD, Reksalegona O. 1982. Polikultur ikan jelawat (*Leptobarbus hoeveni* Blkr.) dan ikan ringo (*Thynnichthys thynnoides*) dalam sangkar. *Pewarta BPPD*, 3(1): 32–34
- Sunarno MTD. 1991. Pemeliharaan ikan jelawat *Leptobarbus hoeveni* dengan frekuensi pemberian pakan berbeda. *Bulletin Penelitian Perikanan Darat*. 10(2): 76–80.
- Sunarno MTD. 2002. Growth and nutrient digestibility of jelawat (*Leptobarbus hoeveni*) fry fed various dietary protein levels. *Indonesian Fisheries Research Journal*. 8(1): 19–26.
- Sunarno MTD, Sulhi M, Samsudin R, Heptarina D. 2011. *Teknologi Pakan Ikan Ekonomis dan Efisien Berbasis Bahan Baku Lokal*. IPB Press. Bogor.
- Takeuchi T. 1988. Laboratory work-chemical evaluation of dietary nutrient. In: Watanabe T (ed.). *Fish Nutrition and Mariculture*. Departemen of aquatic Bioscience, Tokyo University of Fisheries. 179–233p.
- Watanabe T. 1988. *Fish Nutrition and Mariculture*. Departement of Aquatic Bioscience. Tokyo University of Fisheries. *Japan International Cooperation Agency*.
- Zuraida, Jusadi D, Utomo NBP. 2012. Efektifitas penggunaan enzim cairan rumen domba terhadap penurunan serat kasar dan peningkatan pencernaan bungkil kelapa sebagai pakan ikan nila merah *Oreochromis* sp. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia* 1(2): 117–126.

Ulas-balik

Status taksonomi iktiofauna endemik perairan tawar Sulawesi

(Taxonomical status of endemic freshwater ichthyofauna of Sulawesi)

Renny Kurnia Hadiaty

Laboratorium Iktiologi, Bidang Zoologi, Puslit Biologi-LIPI
Jl. Raya Bogor Km 46, Cibinong 16911

Diterima: 25 Mei 2018; Disetujui: 5 Juni 2018

Abstrak

Perairan tawar Pulau Sulawesi merupakan habitat beragam iktiofauna endemik Indonesia yang tidak dijumpai di bagian manapun di dunia ini. Dari perairan tawar pulau ini telah dideskripsi 68 spesies ikan endemik dari tujuh familia, tergolong dalam empat ordo. Ke tujuh familia tersebut adalah Adrianichthyidae (19 spesies, dua genera), Telmatherinidae (16 spesies, empat genera), Zenarchopteridae (15 spesies, tiga genera), Gobiidae (14 spesies, empat genera), Anguillidae (satu spesies, satu genus), Eleotridae dua spesies, dua genera), dan Terapontidae (satu spesies, satu genus). Sebagian besar spesies endemik di P. Sulawesi hidup di perairan danau (45 spesies atau 66,2%), 23 spesies hidup di perairan sungai. Spesies pertama yang dideskripsi dari P. Sulawesi adalah *Glossogobius celebius* oleh Valenciennes tahun 1837, spesimen tipenya disimpan di Museum Paris. Delapan spesies ditemukan pada abad 19, sampai sebelum kemerdekaan Indonesia telah ditemukan 29 spesies, setelah merdeka ditemukan 39 spesies di P. Sulawesi. Di awal penemuan spesies baru, spesimen tipe disimpan di museum luar negeri, namun sejak tahun 1990 dipelopori oleh Dr. Maurice Kottelat spesimen tipe disimpan di Museum Zoologicum Bogoriense (MZB), Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi. Sampai saat ini spesimen tipe iktiofauna dari P. Sulawesi disimpan di 27 museum dari 11 negara di dunia, terbanyak di Amerika (8), Jerman (6), Swiss (3), Australia, dan Belanda (2), sedangkan di Austria, Jepang, Perancis, Singapura, Inggris, dan Indonesia masing-masing satu museum.

Kata penting: endemik, iktiofauna, museum, Sulawesi, tipe

Abstract

The freshwaters of Sulawesi are the habitat of numerous endemic Indonesian ichthyofauna that are not found anywhere else in the world. About 68 endemic fish species described from the Sulawesi's freshwaters, it consisted of seven families of four order. The seven families are Adrianichthyidae (19 species, two genera), Telmatherinidae (16 species four gen), Zenarchopteridae (15 species, three gen), Gobiidae (14 species, empat gen), Anguillidae (one species, one gen), Eleotridae (two species, two gen), Terapontidae (one species, one gen). Most of the Sulawesi's endemic ichthyofauna inhabit in lakes (45 spp., about 66.2%), 23 spp. lives in the rivers. The Sulawesi's first species was *Glossogobius celebius* described by Valenciennes in 1837, the type specimen deposited in Paris Museum. Eight species described in 19 century, up to the year of Indonesian independence 29 species described, after that 39 species of endemic ichthyofauna described from Sulawesi' freshwater. The earlier description the type specimen deposited in the foreign museums, but in 1990 Dr. Maurice Kottelat pioneered to deposited the type specimen in Museum Zoologicum Bogoriense (MZB), Zoologi Division of Research Center for Biology. So far, the type specimens of Sulawesi freshwater ichthyofauna deposited in 27 museums of 11 countries in the world, the most museums were in United States of America (8 museums), Germany (6 museums), Switzerland (3 museums), Australia and Netherlands (2 museums), while the others (Austria, Japan, Singapore, United Kingdom and Indonesia) each country with one museums respectively.

Keywords: endemic, ichthyofauna, museums, Sulawesi, type

Pendahuluan

Pulau Sulawesi mempunyai riwayat geografi menarik. Terbentuknya pulau ini telah dikaji oleh para ahli biogeografi (Hall 1996 1998, Holloway & Hall 1998, Lohman *et al.* 2011).

Visualisasi garis pantai, sistem sungai, dan durasi ketinggian air laut disampaikan oleh Voris (2000). Fauna di P. Sulawesi paling istimewa dibanding seluruh wilayah Indonesia lainnya; dari 127 spesies mammalia asli pulau ini, 79 spesies diantaranya endemik. Babirusa, *Babirusa babirusa* merupakan fauna pertama yang di-

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: rani_hadiaty@yahoo.com

deskripsikan oleh peneliti Eropa, fauna ini dideskripsi oleh Piso tahun 1658 (Whitten *et al.* 2012). Keistimewaan Sulawesi telah mengundang para peneliti dunia untuk meneliti sejarah geologi, biogeologi, biogeokimiawi, juga fauna-flora yang ada di pulau ini (Clements *et al.* 2006, Crabbe & Smith 2005, Crowe *et al.* 2008, 2011; Clumsee *et al.* 2011, Gray *et al.* 2008, Haffner *et al.* 2001, Herder *et al.* 2006 a b, Kawakatsu & Mitchell 1989, Koch 2011, Moss & Wilson 1998, Rintelen *et al.* 2012, 2014, Schwarzer *et al.* 2008, Siebert 2005)

Semua ikan asli Sulawesi adalah spesies air payau yang toleran terhadap air tawar. Beberapa di antaranya terbatas hidup di danau, sementara sidat beruaya antara danau dan lautan. Banyak spesies telah diintroduksi secara sengaja atau tidak sengaja, yaitu *Channa striata* dan *Anabas testudineus*, keduanya mendominasi perikanan air tawar di Sulawesi (Whitten *et al.* 2012).

Penelitian iktiofauna di P. Sulawesi telah dipublikasikan di beberapa media publikasi, prosiding, jurnal ataupun bagian dari buku (Cerwenka *et al.* 2012, Hadiaty 2007, 2012; Hadiaty & Wirjoatmodjo 2002, Hadiaty *et al.* 2004, Herder & Chapuis 2010, Herder *et al.* 2006a b, 2012, Miesen *et al.* 2015, Pfaender *et al.* 2011, 2014, 2016; Schwarzer *et al.* 2008, Stelbrink *et al.* 2014, Vari & Hadiaty 2012, Wirjoatmodjo *et al.* 2003, Yamahira *et al.* 2016).

Tulisan ini mengungkapkan informasi mengenai iktiofauna endemik di P. Sulawesi yaitu status taksonomi, era penemuan dan *author*-nya serta deposit spesimen tipe di museum-museum dunia. Diharapkan, tulisan ini dapat memberikan informasi bagi para peneliti atau mahasiswa yang sedang meneliti iktiofauna di P. Sulawesi, terutama tentang nama sah, nama *author* penemu, dan tahun publikasi, serta ditam-

bahkan pula informasi museum tempat disimpannya spesimen tipe ikan asli Indonesia tersebut. Spesimen tipe untuk spesies baru yang dideskripsi di atas tahun 1990, dideposit di Museum Zoologicum Bogoriense (MZB), Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (Gambar 1). Para taksonom Indonesia dan asing saat menemukan spesies baru, akan mendeskripsi dan mempublikasikan jenis baru tersebut akan menghubungi kurator MZB untuk memesan nomor bagi spesimen tipe (holotipe, bila spesimen cukup banyak juga paratipe).

Informasi iktiofauna endemik diperoleh dari berbagai publikasi yang telah terbit di berbagai jurnal internasional yaitu Aurich (1935a b, 1938), Ahl (1936), Bleeker 1860, Boulenger 1897, Brembach (1982, 1991), Collete (1995), Cuvier & Valenciennes (1837), Eschmeyer & Fong (2018), Eschemeyer *et al.* (2018), Froese & Pauly (2018), Hadiaty (2007, 2012), Hadiaty & Wirjoatmodjo (2002), Hadiaty *et al.* (2004), Herder & Chapuis (2010), Herder *et al.* (2012), Hoese & Kottelat (2005), Hoese *et al.* (2015), Huylebrouck *et al.* (2012, 2014), Kottelat (1990 a b c, 1991), Ladiges (1972), Larson (2001), Larson & Kottelat (1992), Larson *et al.* 2014, Meisner & Louie (2000), Mokodongan *et al.* (2014, 2018), Nielsen *et al.* (2009), Parenti (2008), Parenti & Louie (1998), Parenti & Soeroto (2004), Parenti & Hadiaty (2010), Parenti *et al.* (2013), Popta (1905, 1922), van der Laan *et al.* (2018), Vogt (1978), Weber (1894, 1913), dan Weber & de Beaufort (1922).

Informasi yang diperoleh lalu diolah datanya, dikelompokkan jenis-jenis berdasarkan perairan (danau, sungai atau keduanya), wilayah persebarannya berdasar provinsi, era penemuan, dan juga penyimpanan spesimen tipe di museum di dunia.

Iktiofauna endemik

Perairan tawar P. Sulawesi merupakan habitat 68 spesies iktiofauna endemik, yang tidak dijumpai di tempat lain di dunia. Iktiofauna endemik tersebut termasuk dalam empat ordo dari

tujuh familia (Tabel 1). Diteliti dari habitatnya, sebagian besar iktiofauna endemik tersebut hidup di perairan danau (54 spesies), di perairan sungai 13 spesies, namun ada pula yang dijumpai hidup di danau dan di sungai (11 spesies).



Gambar 1 Ruang koleksi di beberapa museum dunia: a. The Natural History Museum, London (The NHM), b. Colection of Kottelat, Swiss (CMK) c. The NHM, d. Zoologisches Forschungsmuseum of Alexander Koenig, Bonn (ZFMK), e. The Zoological Reference Collection, Singapura (ZRC); f. Museum Zoologicum Bogoriense-LIPI, Cibinong (MZB)

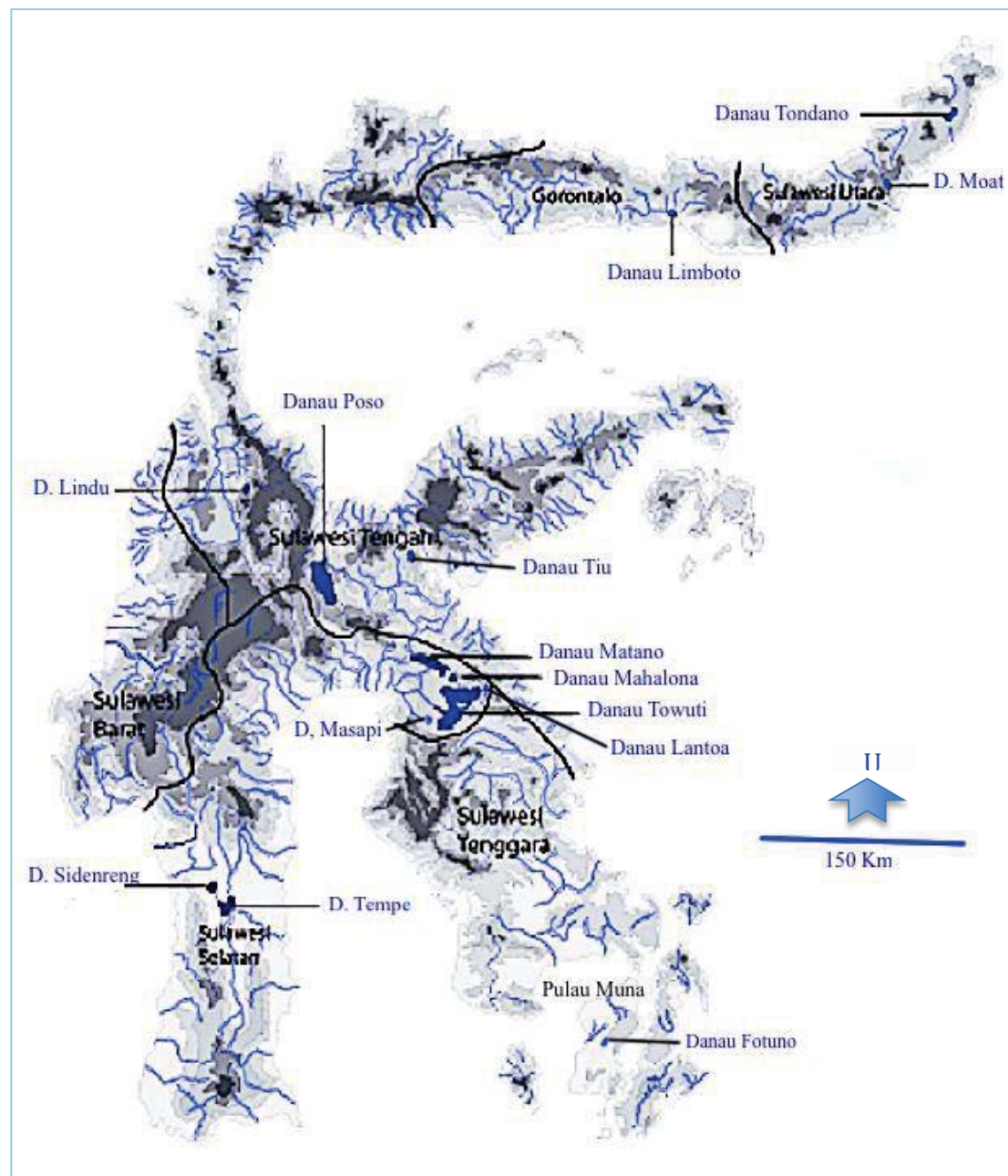
Tabel 1. Iktiofauna endemik dari perairan tawar Pulau Sulawesi

No	Ordo	No	Famili	No	Species, Author & Tahun Publikasi
1	Anguilliformes	1	Anguillidae	1	<i>Anguilla celebesensis</i> Kaup 1856
2	Atheriniformes	2	Telmatherinidae	2	<i>Marosatherina ladiges</i> (Ahl 1936)
				3	<i>Paratherina cyanea</i> Aurich 1935
				4	<i>Paratherina labiosa</i> Aurich 1935
				5	<i>Paratherina striata</i> Aurich 1935
				6	<i>Paratherina wolterecki</i> Aurich 1935
				7	<i>Telmatherina abendanoni</i> Weber 1913
				8	<i>Telmatherina antoniae</i> Kottelat 1991
				9	<i>Telmatherina bonti</i> Weber & de Beaufort 1922
				10	<i>Telmatherina celebensis</i> Boulenger 1897
				11	<i>Telmatherina obscura</i> Kottelat 1991
				12	<i>Telmatherina opudi</i> Kottelat 1991
				13	<i>Telmatherina prognatha</i> Kottelat 1991
				14	<i>Telmatherina sarasinorum</i> Kottelat 1991

			15	<i>Telmatherina wahjui</i> Kottelat 1991.
			16	<i>Tominanga aurea</i> Kottelat 1990
			17	<i>Tominanga sanguicauda</i> Kottelat 1990
3	Beloniformes	3	Adrianichthyidae	18 <i>Adrianichthys kruyti</i> Weber 1913
				19 <i>Adrianichthys oophorus</i> (Kottelat 1990)
				20 <i>Adrianichthys poptae</i> (Weber & de Beaufort 1922)
				21 <i>Adrianichthys roseni</i> Parenti & Soeroto 2004
				22 <i>Oryzias asinua</i> Parenti, Hadiaty, Lumbantobing & Herder 2013
				23 <i>Oryzias bonneorum</i> Parenti 2008
				24 <i>Oryzias celebensis</i> (Weber 1894)
				25 <i>Oryzias eversi</i> Herder, Hadiaty & Nolte 2012
				26 <i>Oryzias hadiatyae</i> Herder & Chapuis 2010
				27 <i>Oryzias marmoratus</i> (Aurich 1935)
				28 <i>Oryzias matanensis</i> (Aurich 1935)
				29 <i>Oryzias nebulosus</i> Parenti & Soeroto 2004
				30 <i>Oryzias nigrimas</i> Kottelat 1990
				31 <i>Oryzias orthognathus</i> Kottelat 1990
				32 <i>Oryzias profundicola</i> Kottelat 1990
				33 <i>Oryzias sarasinorum</i> (Popta 1905).
				34 <i>Oryzias soerotoi</i> Mokodongan, Tanaka & Yamahira 2014
				35 <i>Oryzias wolasi</i> Parenti, Hadiaty, Lumbantobing & Herder 2013.
				36 <i>Oryzias woworae</i> Parenti & Hadiaty 2010
		4	Zenarchopteridae	37 <i>Dermogenys orientalis</i> (Weber 1894).
				38 <i>Dermogenys vogti</i> Brembach 1982.
				39 <i>Nomorhamphus brembachi</i> Vogt 1978
				40 <i>Nomorhamphus celebensis</i> Weber & de Beaufort 1922
				41 <i>Nomorhamphus ebrardtii</i> (Popta 1912)
				42 <i>Nomorhamphus hageni</i> (Popta 1912)
				43 <i>Nomorhamphus kolonodensis</i> Meisner & Louie 2000
				44 <i>Nomorhamphus lanceolatus</i> Huylebrouck, Hadiaty & Herder 2014
				45 <i>Nomorhamphus liemi</i> Vogt 1978
				46 <i>Nomorhamphus megarrhamphus</i> (Brembach 1982)
				47 <i>Nomorhamphus rex</i> Huylebrouck, Hadiaty & Herder 2012
				48 <i>Nomorhamphus sagittarius</i> Huylebrouck, Hadiaty & Herder 2014.
				49 <i>Nomorhamphus towoetii</i> Ladiges 1972
				50 <i>Nomorhamphus weberi</i> (Boulenger 1897).
				51 <i>Tondanichthys kottelati</i> Collette 1995
4	Perciformes	5	Terapontidae	52 <i>Lagusia micracanthus</i> (Bleeker 1860)
		6	Eleotridae	53 <i>Bostrychus microphthalmus</i> Hoese & Kottelat 2005
				54 <i>Belobranchus segura</i> Keith, Hadiaty & Lord 2012
		7	Gobiidae	55 <i>Glossogobius celebius</i> (Valenciennes 1837)
				56 <i>Glossogobius flavipinnis</i> (Aurich 1938)
				57 <i>Glossogobius intermedius</i> Aurich 1938
				58 <i>Glossogobius mahalonensis</i> Hoese, Hadiaty & Herder 2015
				59 <i>Glossogobius matanensis</i> (Weber 1913)
				60 <i>Lentipes mekonggaensis</i> Keith & Hadiaty 2014
				61 <i>Mugilogobius adeia</i> Larson & Kottelat 1992
				62 <i>Mugilogobius amadi</i> (Weber 1913)
				63 <i>Mugilogobius hitam</i> Larson, Geiger, Hadiaty & Herder 2014
				64 <i>Mugilogobius latifrons</i> (Boulenger 1897)
				65 <i>Mugilogobius lepidotus</i> Larson 2001
				66 <i>Mugilogobius rexi</i> Larson 2001
				67 <i>Mugilogobius sarasinorum</i> (Boulenger 1897)
				68 <i>Redigobius penango</i> (Popta 1922)

Di P. Sulawesi terdapat tiga danau (D.) purba, yaitu D. Poso, D. Matano, dan D. Towuti (Gambar 2). Dua danau terakhir merupakan sistem dari lima danau yang saling berhubungan dan sering disebut sebagai Danau-danau Malili (*Malili Lakes*) (Gambar 2) yang terdiri atas D.

Matano yang outletnya mengalir ke D. Mahalona, D. Lantoa, dan D. Masapi outletnya mengalir ke D. Towuti. Danau Towuti yang luasnya mencapai 561 km² merupakan danau terluas ke dua di Indonesia, sedangkan yang pertama adalah Danau Toba yang luasnya mencapai 1.130 km².



Gambar 2. Danau-danau di Pulau Sulawesi (peta modifikasi dari Miesen *et al.* 2015)

Tidak hanya iktiofauna endemik hidup di danau-danau Malili, banyak taksa fauna lain yang endemik, sehingga ke lima danau ini sangat menarik bagi para peneliti asing yang berdatangan dan meneliti fauna endemik yang hidup di dalamnya (Rintelen & Glaubrecht 2003, Koch 2011, Kawakatsu & Mitchell 1989, Rintelen & Glaubrecht 2003, Rintelen *et al.* 2007, Lang & Vogel 2006, Sabo *et al.* 2008, Zitzler & Cai 2006)

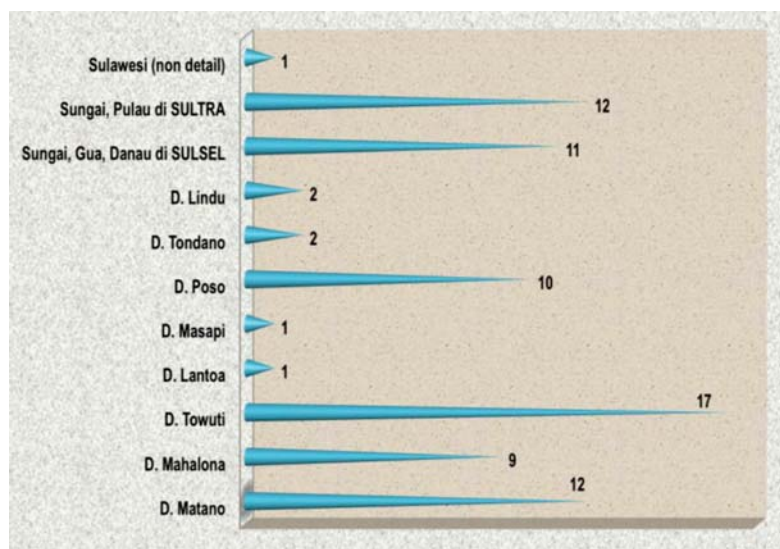
Dari jumlah spesies, iktiofauna endemik terbanyak hidup di D. Towuti (17 spesies), diikuti oleh D. Matano, dihuni 12 spesies endemik, D. Poso dihuni 10 spesies, D. Mahalona 9 spesies, D. Lindu dan D. Tondano masing-masing dua spesies, sedangkan D. Lantoa dan D. Masapi dihuni satu spesies ikan endemik (Gambar 3). Total jumlah spesies dari ke lima danau tersebut adalah 40 spesies atau 58,9% dari total iktiofauna endemik pulau ini. Iktiofauna yang hidup di perairan tawar sungai, gua dan danau di Provinsi Sulawesi Tenggara ada 12 spesies, sedangkan di Provinsi Sulawesi Selatan ada 11 spesies. Satu spesies yang dideskripsi dari perairan tawar P. Sulawesi yaitu *Anguilla celebensensis* oleh Kaup

(1856), tidak diketahui persis lokasinya karena hanya ditulis Sulawesi.

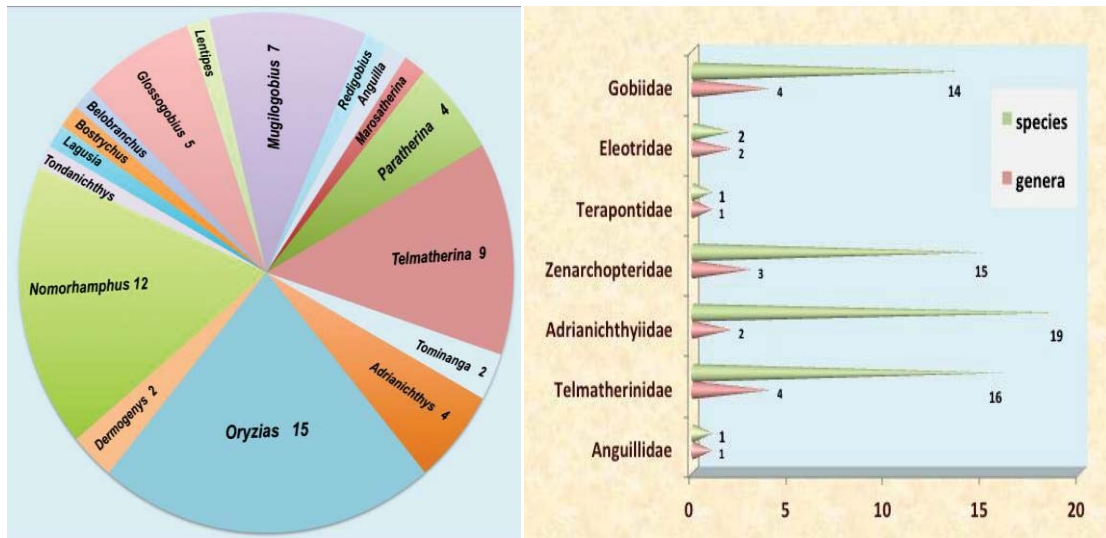
Dari jumlah spesies iktiofauna yang telah dideskripsi tersebut, terlihat jelas bahwa perairan tawar di Provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, dan Sulawesi Tengah yang terbanyak spesies endemiknya, sedangkan di Provinsi Sulawesi Utara hanya dua yaitu *Tondanichthys kottelati* dan *Anguilla celebesensis*. Tampaknya tidak banyak penelitian taksonomi ikan dilakukan di wilayah utara pulau ini.

Status taksonomi

Iktiofauna endemik perairan tawar P. Sulawesi yang statusnya sah berjumlah 68 spesies dari 16 genera yaitu *Marosatherina*, *Paratherina*, *Telmatherina*, *Tominanga*, *Adrianichthys*, *Oryzias*, *Dermogenys*, *Nomorhamphus*, *Tondanichthys*, *Lagusia*, *Bostrychus*, *Belobranchus*, *Glossogobius*, *Lentipes*, *Mugilogobius*, *Anguilla*, dan *Redigobius*. Spesies endemik terbanyak di P. Sulawesi adalah *Oryzias* (15), diikuti *Nomorhamphus* (12), *Telmatherina* (9), *Mugilogobius* (7), dan *Glossogobius* (5), sedangkan ke 11 genera lainnya jumlah spesiesnya kurang dari 5 (Gambar 4a).



Gambar 3. Habitat dan jumlah spesies iktiofauna endemik di perairan tawar Pulau Sulawesi



Gambar 4. Iktiofauna endemik perairan tawar Sulawesi: a. Genera dan jumlah spesies iktiofauna endemik di P. Sulawesi, b. Familia, jumlah genera dan spesies.

Enam diantaranya merupakan genera endemik karena genus tersebut tidak dijumpai satu spesies pun di luar pulau P. Sulawesi, genera yang sangat special tersebut adalah *Marosatherina*, *Paratherina*, *Telmatherina*, *Tominanga*, *Tondanichthys*, dan *Lagusia*.

Jumlah total spesies dari ke lima danau-danau Malili tersebut, 40 spesies (58,9%) dari total iktiofauna endemik dari P. Sulawesi, dari tiga genera yaitu *Paratherina*, *Telmatherina*, dan *Tominanga*. Di samping itu ada juga spesies endemik yang genusnya dijumpai di perairan lain yaitu *Oryzias* (15 spesies), *Dermogenys* (2 spesies), *Glossogobius* (5 spesies), *Mugilogobius* (7 spesies), sedangkan genus lainnya *Anguilla*, *Bostrychus*, *Belobranchus*, *Lentipes*, dan *Redigobius* masing-masing terwakili satu spesies.

Beberapa genera iktiofauna endemik namanya tetap sah sejak pertama dideskripsi, contohnya *Paratherina*, *Telmatherina*, *Tominanga*, dan *Tondanichthys*, sehingga penulisan *author* (yang mendeskripsi) spesies tersebut ditu-

lis langsung di belakang nama spesies tanpa tanda kurung (Tabel 1). Beberapa spesies setelah dipelajari lebih lanjut ternyata termasuk genus yang berbeda, maka dalam penulisannya nama *author* dan tahun publikasi ditulis dalam kurung (Tabel 2).

Ada beberapa spesies yang dideskripsi dari perairan tawar P. Sulawesi statusnya menjadi sinonim setelah dipelajari oleh Kottelat (2013), diantaranya:

1. *Nomorhamphus ravnaki australe* Brembach 1991 menjadi sinonim *Nomorhamphus brembachi* Vogt 1978
2. *Dermogenys montanus* Brembach 1982 jadi sinonim *Dermogenys orientalis* (Weber 1894)
3. *Nomorhamphus ravnaki* Brembach 1991 jadi sinonim *Nomorhamphus brembachi* Vogt 1978
4. *Nomorhamphus sanussii* Brembach 1991 menjadi sinonim *Nomorhamphus brembachi* Vogt 1978

Tabel 2. Penulisan nama spesies sah, namun berganti nama generanya

No	Nama spesies saat dipublikasi	Nama sah spesies, <i>author</i> , dan tahun publikasi
1	<i>Telmatherina ladigesii</i> Ahl 1936	<i>Marosatherina ladigesii</i> (Ahl 1936)
2	<i>Xenopoecilus oophorus</i> Kottelat 1990	<i>Adrianichthys oophorus</i> (Kottelat 1990)
3	<i>Xenopoecilus poptae</i> Weber & de Beaufort 1922	<i>Adrianichthys poptae</i> (Weber & de Beaufort 1922)
4	<i>Haplochilus celebensis</i> Weber 1894	<i>Oryzias celebensis</i> (Weber 1894)
5	<i>Apocheilus marmoratus</i> Aurich 1935	<i>Oryzias marmoratus</i> (Aurich 1935)
6	<i>Apocheilus matanensis</i> Aurich 1935	<i>Oryzias matanensis</i> (Aurich 1935)
7	<i>Hemirhamphus orientalis</i> Weber 1894	<i>Dermogenys orientalis</i> (Weber 1894).
8	<i>Hemirhamphus ebrardtii</i> Popta 1912	<i>Nomorhamphus ebrardtii</i> (Popta 1912)
9	<i>Hemirhamphus hageni</i> Popta 1912	<i>Nomorhamphus hageni</i> (Popta 1912)
10	<i>Dermogenys megarrhamphus</i> Brembach 1982	<i>Nomorhamphus megarrhamphus</i> (Brembach 1982)
11	<i>Hemirhamphus weberi</i> Boulenger 1897	<i>Nomorhamphus weberi</i> (Boulenger 1897).
12	<i>Datnia micracanthus</i> Bleeker 1860	<i>Lagusia micracanthus</i> (Bleeker 1860)
13	<i>Gobius celebius</i> Valenciennes 1837	<i>Glossogobius celebius</i> (Valenciennes 1837)
14	<i>Stupidogobius flavipinnis</i> Aurich 1938	<i>Glossogobius flavipinnis</i> (Aurich 1938)
15	<i>Gobius matanensis</i> Weber 1913	<i>Glossogobius matanensis</i> (Weber 1913)
16	<i>Gobius amadi</i> Weber 1913	<i>Mugilogobius amadi</i> (Weber 1913)
17	<i>Gobius latifrons</i> Boulenger 1897	<i>Mugilogobius latifrons</i> (Boulenger 1897)
18	<i>Gobius sarasinorum</i> Boulenger 1897	<i>Mugilogobius sarasinorum</i> (Boulenger 1897)
19	<i>Pseudogobius penango</i> Popta 1922	<i>Redigobius penango</i> (Popta 1922)

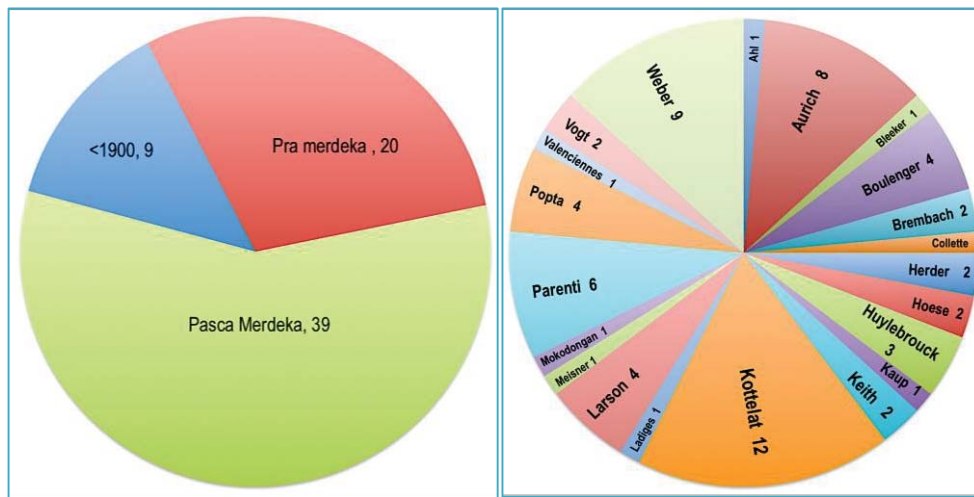
Era penemuan spesies endemik dan para penemunya

Penemuan spesies iktiofauna endemik perairan tawar P. Sulawesi dibagi menjadi tiga era yaitu: era sebelum tahun 1900, era pramerdeka (1905-1938), dan era pascamerdeka (1972-2015). Di era sebelum tahun 1900, telah dideskripsi sembilan spesies iktiofauna air tawar. Nama-nama besar seperti Valenciennes, Bleeker, Weber, Boulenger & Kaup yang mendeskripsi spesies-spesies tersebut. Di era pramerdeka lima orang taksonomis yaitu Ahl, Aurich, de Beaufort, Popta, dan Weber telah mendeskripsi 20 spesies iktiofauna. Di era pascamerdeka 24 taksonomis telah mendeskripsi 39 spesies iktiofauna dari perairan tawar P. Sulawesi (Gambar 5a,b).

Spesies pertama yang dideskripsi dari P. Sulawesi adalah *Glossogobius celebius*, dideskripsi oleh Valenciennes tahun 1837, nama lokasi tidak disebutkan terinci, hanya dikatakan dari Sulawesi. Taksonomis yang mendeskripsi 68

spesies perairan tawar P. Sulawesi terdiri atas 21 orang *author* pertama dan 13 orang *author* pendamping (Gambar 5b). Taksonomis yang terbanyak mendeskripsi adalah Kottelat dengan 12 spesies, diikuti oleh Weber 9 spesies, Aurich 8 spesies, dan Parenti 6 spesies. Taksonomis lainnya mendeskripsi kurang dari 5 spesies.

Suatu bukti perhatian *author* terhadap spesies yang dideksripsinya ditunjukkan oleh Kottelat. Pada saat mendeskripsi iktiofauna dari *Malili Lakes* sebagai pakar dia mengetahui ketentuan bahwa **Spesimen Tipe (Holotipe dan Paratipe) harus dideposit di negara asal spesies tersebut**. Saat mempublikasikan 12 spesies iktiofauna dari P. Sulawesi, telah ditetapkan bahwa spesimen tipe akan disimpan di LIPI, namun mengingat saat itu koneksi belum sebaik dan secepat sekarang, dalam publikasi disebutkan LIPI dengan nomor berurutan (Kottelat 1990a b,1991). Spesimen belum diserahkan ke LIPI mengingat saat itu kantor Laboratorium



Gambar 5. Penemuan iktiofauna perairan air tawar P. Sulawesi: a. Penemuan berdasarkan era, b. *author* dan jumlah spesies yang dideskripsinya.

Iktiologi, Balai Penelitian dan Pengembangan Zoologi, Pusat Penelitian & Pengembangan Biologi masih berkantor di area Kebun Raya Bogor. Kondisi penyimpanan spesimen di Museum Zoologicum Bogoriense (MZB) belum memenuhi standar menyebabkan Kottelat menunda memberikan spesimen tipe tersebut.

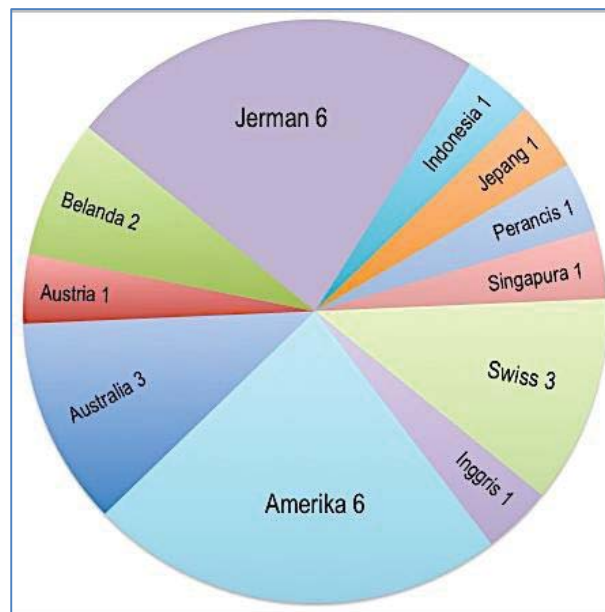
Periode 1997 LIPI menerima gedung baru di Cibinong dari hasil kerjasama Japan International Cooperation Agency JICA (yang membangun gedung dan mengisi peralatan di dalamnya) dan World Bank (memberi fasilitas pelatihan kepada para kurator dan *collection manager* mempelajari cara penanganan koleksi di beberapa museum dunia). Kottelat merupakan salah satu konsultan dari World Bank dan beberapa kali mengunjungi fasilitas baru tersebut, sehingga beliau melihat langsung fasilitas MZB sudah memenuhi kriteria standar museum penyimpanan spesimen fauna. Pada saat penulis mendapat kesempatan untuk mengunjungi enam museum di Eropa tahun 2006 dengan dukungan dana dari The All Catfish Species Inventory (The ACSI) yang dipimpin oleh Prof. Larry M Page, Ph.D,

penulis mengunjungi Collection of Maurice Kottelat (CMK) di Cornol, Swiss. Spesimen tipe tersebut diberikan oleh Dr. Maurice Kottelat untuk dibawa kembali ke Indonesia dan disimpan di koleksi MZB.

Pada saat ini bila peneliti akan mendeskripsi spesies baru, mereka akan menghubungi Kurator di Laboratorium Iktiologi guna mendapatkan nomor MZB untuk spesimen tipe maupun voucher spesimen lainnya. Dengan demikian saat publikasi jenis baru tersebut holotipenya sudah menyandang nomor MZB.

Deposit tipe di museum

Spesimen tipe dari 68 spesies iktiofauna perairan tawar Sulawesi disimpan di 26 museum dari 11 negara di dunia. Di Amerika Serikat dan di Jerman, ada enam museum yang menyimpan spesimen tipe tersebut, di Swiss dan Australia tiga museum, di Belanda dua museum, sedangkan Austria, Jepang, Perancis, Singapura, Inggris dan Indonesia sendiri satu museum (Gambar 6 dan Tabel 3).



Gambar 6. Nama negara dan jumlah museum yang menyimpan spesimen tipe dari iktiofauna perairan tawar dari P. Sulawesi

Tabel 3. Nama museum dan negara yang menyimpan spesimen tipe iktiofauna perairan tawar Sulawesi

No	Nama Museum	Singkatan	Negara
1	Museums and Art Galleries of the Northern Territory, Northern Territory Museum of Arts & Sciences, Ichthyology, Darwin, Australia	NTM	Australia
2	Queensland Museum, Centre for Biodiversity, Fishes, Brisbane, Queensland, Australia.	QM	Australia
3	Australian Museum, Sidney, New South Wales, Australia	AMS	Australia
4	Naturalis - National Natuurhistorisch Museum, Leiden, Netherlands.	RMNH	Belanda
5	Originally: Universiteit van Amsterdam, Faculty of Science, Zoölogisch Museum, Amsterdam, The Netherlands.	ZMA	Belanda
6	National Museum of Nature and Science, Zoology Department, Division of Fishes, Tsukuba, Japan. Preferred style is NSMT-P 12345	NSMT-P	Jepang
7	Museum Zoologicum Bogoriense, Cibinong, Indonesia	MZB	Indonesia
8	Staatliches Naturhistorisches Museum, Braunschweig, Germany.	NMB	Jerman
9	Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum, Abteilung Marine Zoologie, Sektion Ichthyologie, Frankfurt am Main, Hessen, Germany.	SMF	Jerman
10	Zoologisches Forschungsmuseum Alexander König, Abteilung Wirbeltiere, Ichthyologie, Bonn, Nordrhein-Westfalen, Germany.	ZFMK	Jerman
11	Museum für Naturkunde, Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung, Berlin, Germany.	ZMB	Jerman
12	Universität Hamburg, Biozentrum Grindel und Zoologisches Museum, Ichthyology, Hamburg, Germany. Usually seen as: Zoologisches Institut und Zoologisches Museum der Universität Hamburg.	ZMH	Jerman
13	Zoologische Staatssammlung München, Abteilung Vertebrata, Sektion Ichthyologie, München, Germany.	ZSM	Jerman
14	Muséum National d'Histoire naturelle	MNHN	Perancis
15	Zoological Reference Collection, Department of Life Sciences, Faculty of Science, National University of Singapore, Singapore.	ZRC	Singapura
16	Personal collection of Maurice Kottelat, Carnol, Switzerland	CMK	Swiss
17	Museum d'Histoire Naturelle, Département d'Herpétologie et Ichthyologie, Ville de Genève, Genève, Switzerland	MHNG	Swiss

18	Naturhistorisches Museum Basel, Basel, Switzerland	NMBA	Swiss
19	Natural History Museum, London, U.K.	BMNH	Inggris
20	Naturhistorisches Museum, 1. Zoologische Abteilung, Fische, Wien (Vienna), Austria.	NMW	Austria
21	American Museum of Natural History, New York, U.S.A.	AMNH	AS
22	Academy of Natural Sciences, Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A	ANSP	AS
23	California Academy of Sciences, San Francisco, California, U.S.A	CAS-SU	AS
24	University of Florida, Florida Museum of Natural History, Gainesville, Florida, U.S.A.	UF	AS
25	Smithsonian Institution National Museum of Natural History, Department of Vertebrate Zoology, Division of Fishes, Washington D.C., U.S.A.	USNM	AS
26	Museum of Wildlife and Fish Biology, University of California, DAVIS (WFB)	WFB	AS

Simpulan

Di perairan tawar P. Sulawesi telah dideskripsi 68 spesies ikan endemik dari tujuh familia, tergolong dalam empat ordo. Ke tujuh familia tersebut adalah Adrianichthyidae (19 spesies), Telmatherinidae (16 spesies), Zenarchopteridae (15 spesies), Gobiidae (14 spesies), Anguillidae (satu spesies), Eleotridae (dua spesies), dan Terapontidae (satu spesies). Sebagian besar dari spesies endemik di P. Sulawesi hidup di perairan danau (45 spesies), 23 spesies hidup di perairan sungai. Delapan spesies ditemukan pada abad 19, sampai sebelum kemerdekaan Indonesia telah ditemukan 29 spesies, setelah merdeka ditemukan 39 spesies di P. Sulawesi. Sampai kini spesimen tipe iktiofauna dari P. Sulawesi disimpan di 27 museum dari 11 negara di dunia, terbanyak di Amerika (8), Jerman (6), Swiss (3), Australia dan Belanda (2), sedangkan di Austria, Jepang, Perancis, Singapura, Inggris, dan Indonesia masing-masing satu museum.

Persantunan

Terima kasih disampaikan kepada para peneliti yang telah melakukan penelitian di Pulau Sulawesi dan menemukan jenis-jenis endemik dan mendeposit Holotipe maupun Paratipenya di Museum Zoologicum Bogoriense (MZB), yaitu Dr. Maurice Kottelat, Dr. Lynne Parenti, Dr. Fa-

bian Herder, Dr. Doug Hoese, Dr. Helen Larson, Jan Huylebrouck, dan Dr. Daniel F. Mokodongan.

Daftar pustaka

- Aurich HJ. 1935a. Mitteilungen der Wallacea Expedition Woltereck. Mitteilung XIII. Fische I. *Zoologischer Anzeiger* 112 (5/6): 97-107.
- Aurich HJ. 1935b. Mitteilungen der Wallacea Expedition Woltereck. Mitteilung XIV. Fische II. *Zoologischer Anzeiger* 112 (5/6):162-177.
- Aurich HJ. 1938. Die Gobiiden (Ordnung: Gobioidae). (Mitteilung XXVIII der Wallacea-Expedition Woltereck.). *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, Leipzig* 38 (1/2): 125-183.
- Ahl E. 1936. Beschreibung eines neuen Fisches der Familie Atherinidae aus Celebes. *Zoologischer Anzeiger* 114 (7/8): 175-177
- Bleeker, P. 1860. Dertiende bijdrage tot de kennis der vischfauna van Celebes (visschen van Bonthain, Badjoa, Sindjai, Lagoesi en Pompenoea). *Acta Societatis Regiae Scientiarum Indo-Neerlandicae* 8 (art. 7): 1-60.
- Boulenger GA. 1897. An account of the freshwater fishes collected in Celebes by Drs. P. & F. Sarasin. *Proceedings of the Zoological Society of London* 1897 (2): 426-429.
- Brembach M. 1982. Drei neue *Dermogenys*-Arten aus Sulawesi: *D. montanus*, *D. vogti*, *D. megarrhamphus*. *Die Aquarien- und*

- Terrarienzeitschrift (DATZ)* 35 (2): 51-55.
- Brembach, M. 1991. *Lebendgebarende Halbschnabler- Untersuchungen zu Verbreitung, Morphologie, Systematik und Fortpflanzungsbiologie der lebendgeba halbschnabler der gattung Delmogenys und Nomorhamphus (Herrmirhamphidae: Pisces)*. Verlag Natur &Wissenschaft, Solingen.
- Cerwenka AF, Wedekind JD, Hadiaty RK, Schliwen UK, Herder F. 2012. Alternative eff-feeding tactics in *Telmatherina sarasinorum*, a trophic specialist of Lake Matano's evolving sailfin silversides fish radiation. *Hydrobiologia* 693: 131-139.
- Clements R, Sodhi NS, Schilthuizen M, PKL Ng. 2006. Limestone karsts of Southeast Asia: Imperiled arks of biodiversity. *Bioscience* 56 (9): 733-742.
- Clumsee H, Pitopang R, Mangopo H, Sabir S. 2011. Tree diversity and phytogeographical patterns of tropical high mountain rain forests in Central Sulawesi, Indonesia. *Biodiversity Conservation* 20: 1103-1123.
- Collette BB. 1995. *Tondanichthys kottelati*, a new genus and species of freshwater half-beak (Teleostei: Hemiramphidae) from Sulawesi. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 6(2): 171-174.
- Crabbe MJC, Smith DJ. 2005. Sediment impacts on growth rates of *Acropora* and *Porites* corals from fringing reefs of Sulawesi, Indonesia. *Coral Reefs* 24: 437-441.
- Crowe SA, O'Neill AH, Katsev S, Hehanussa P, Haffner GD, Sundby B, Mucci A, Fowle DA. 2008. The biochemistry of tropical lakes: A case study from Lake Matano, Indonesia. *Limnology and Oceanography* 53(1): 319-331.
- Crowe SA, Katsev S, Leslie K, Sturm A, Magen C, Nomosatryo S, Pack MA, Kessler JD, Reeburg WS, Roberts JA, Gonzalez L, Haffner GD, Mucci A, Sundby B, Fowle ADA. 2011. The methane cycle in ferruginous Lake Matano. *Geobiology* 9: 61-78.
- Cuvier G, Valenciennes A. 1837. Histoire naturelle des poissons. Tome douzième. Suite du livre quatorzième. Gobioïdes. *Livre quinzième. Acanthoptérygiens à pectorales pédiculées* 12: i-xxiv + 1-507 + 1 p., Pls. 344-368.
- Eschmeyer WN, Fricke R, van der Laan R (eds). 2018. *Catalog of Fishes : Classification*. <http://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishes-classification/>Electronic version accessed Maret 2018
- Eschmeyer WN, Fong JD. 2018. Species by family/subfamily. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>). Electronic version accessed Maret 2018
- Froese R. and Pauly D. Editors. 2018. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2018)
- Gray SM, McKinnon JS, Tantu FY, Dill LM. 2008. Sneaky egg-eating in *Telmatherina sarasinorum*, an endemic fish from Sulawesi. *Journal of Fish Biology* 73: 728-731.
- Hadiaty RK. 2007. Kajian ilmiah ikan pelangi, *Marosatherina ladigesii* (Ahl 1936), Fauna endemik Sulawesi. *Berita Biologi* 8(6): 473-479.
- Hadiaty RK. 2012. Ikan. In: SuhardjonoYR, Ubaidillah R (Eds.). *Fauna Karst dan Gua Maros, Sulawesi Selatan*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian Biologi, Bogor. pp. 89-113.
- Hadiaty RK, Wirjoatmodjo S. 2002. Studi pendahuluan biodiversitas dan distribusi ikan di Danau Matano, Sulawesi Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 2(2): 23 -29.
- Hadiaty RK, Wirjoatmodjo S, Sulistiono, Rahardjo MF. 2004. Perjalanan dan koleksi ikan di Danau Mahalona, Lantoa dan Masapi, Sulawesi Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 4(1): 31-42
- Haffner GD, Hehanussa PE, Hartoto DI. 2001. The biology and physical processes of large lakes of Indonesia: Lakes Matano and Towuti. *The Great Lakes of the World. Food-web, Health and Integrity*. Backhuys Publishers, Leiden.
- Hall R. 1996. Reconstructing Cenozoic SE Asia. In: Hall R, Blundell D (Eds.). *Tectonic evolution of Southeast Asia*. Geological Society of London Special Publication No. 106, pp. 153-184.
- Hall R. 1998. The plate tectonics of Cenozoic SE Asia and the distribution of land and sea. In: Hall R, Holloway JD (Eds.). *Bi-*

- ogeography and Geological Evolution of SE Asia*,. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. pp. 99-131
- Herder F, Nolte AW, Pfaender J, Schwarzer J, Hadiaty RK, Schliewen UK, 2006a. Adaptive radiation and hybridization in Wallace's Dreamponds: evidence from sailfin silversides in the Malili Lakes of Sulawesi. *Proceeding of Royal Society B* 273, 2209–2217.
- Herder F, Hadiaty RK, Schliewen UK, 2006b. Diversity and evolution of Telmatherinidae in the Malili Lakes System in Sulawesi. *Proceedings of the International Symposium "The Ecology and Limnology of the Malili Lakes"*. Bogor, Indonesia: LIPI and PT INCO Tbk, , 67-72.
- Herder F, Chapuis S 2010. *Oryzias hadiatyae*, a new species of ricefish (Atherinomorpha: Beloniformes: Adrianichthyidae) endemic to Lake Masapi, Central Sulawesi, Indonesia. *The Raffles Bulletin of Zoology* 58 (2): 269-280.
- Herder F, Hadiaty RK, Nolte A. 2012. Pelvic-fin brooding in a new species of riverine ricefish (Atherinomorpha: Beloniformes: Adrianichthyidae) from Tana Toraja, Central Sulawesi, Indonesia. *The Raffles Bulletin of Zoology* 60(2): 267-476.
- Hoese DF, Kottelat M. 2005. *Bostrychus microphthalmus*, a new microphthalmic cavefish from Sulawesi (Teleostei: Gobiidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 16 (2): 183-191.
- Hoese DF, Hadiaty RK, Herder F. 2015. Review of the dwarf GI Review of the dwarf *Glossogobius* lacking head pores from the Malili lakes, Sulawesi, with a discussion of the definition of the genus. *The Raffles Bulletin of Zoology* 63 (1): 14-26.
- Holloway JD, Hall R. 1998. SE Asian geology and biogeography: an introduction. In: Hall R, Holloway JD (Eds.). *Biogeography and Geological Evolution of SE Asia*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. pp. 1-23.
- Huylebrouck J, Hadiaty RK, Herder F. 2012. *Nomorhamphus rex*, A new species of viviparous halfbeak (Atherinomorpha: Beloniformes: Zenarchopteridae) endemic to Sulawesi Selatan, Indonesia. *The Raffles Bulletin of Zoology* 60(2): 477-485.
- Huylebrouck J, Hadiaty RK, Herder F. 2014. Two new species of viviparous halfbeak (Atherinomorpha: Beloniformes: Zenarchopteridae) endemic to Sulawesi Tenggara, Indonesia. *Raffles Bulletin of Zoology* 60(2): 200-209.
- Kaup JJ. 1856. *Catalogue of the apodal fish in the collection of the British Museum*. London. 1-163, Pls. 1-19.
- Kawakatsu M, Mitchell RW. 1989. Record of a troglobitic planarian from Tanette Cave located in the Maros Karst, Sulawesi (Celebes), Indonesia (Turbellaria, Tricladida, Paludicola). *Bulletin Fuji Women's College* 27 (2): 35-40.
- Keith P, Hadiaty RK, Lord C 2012. A new species of *Belobranchus* (Teleostei: Gobioidae: Eleotridae) from Indonesia. *Cybium* 36 (3): 479-484
- Keith P, Hadiaty RK, Hubert N, Busson F, Lord C. 2014. Three new species of Lentipes from Indonesia. *Cybium* 38(2): 133-146.
- Koch A. 2011. Chapter 20: The amphibians and reptiles of Sulawesi: Underestimated diversity in a dynamic environment. In: Zachos FE, Habel JC (Eds.) *Biodiversity Hotspots: Distribution and Protection of Conservation Priority Area*. pp. 383-404.
- Kottelat M. 1990a. Sailfin silversides (Pisces: Telmatherinidae) of Lakes Towuti, Mahalona and Wawontoa (Sulawesi, Indonesia) with descriptions of two new genera and two new species. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 1 (3): 227-246.
- Kottelat M. 1990b. Synopsis of the endangered buntingi (Osteichthyes: Adrianichthyidae and Oryziidae) of Lake Poso, Central Sulawesi, Indonesia, with a new reproductive guild and descriptions of three new species. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 1 (1): 49-67.
- Kottelat, M. 1990c. The ricefishes (Oryziidae) of the Malili Lakes, Sulawesi, Indonesia, with description of a new species. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 1: 151- 166.
- Kottelat M. 1991. Sailfin silversides (Pisces: Telmatherinidae) of Lake Matano, Sulawesi, Indonesia, with descriptions of 6 new species. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 1 (4): 321-344.

- Ladiges W. 1972. Zwei neue Hemirhamphiden von Celebes und Cebu (Philippinen). *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut* 68: 207-212, Pls. 10-11.
- Lang R de, Vogel G. 2006. The snakes of Sulawesi. In: Vences M, Kohler J, Ziegler T, Bohme W (Eds.). *Herpetologia Bonnensis II. Proceedings of the 13th Congress of the Societas Europaea Herpetologica*. Pp. 35-38.
- Larson HK. 2001. A revision of the gobiidfish genus *Mugilogobius* (Teleostei: Gobioidi), and its systematic placement. *Records of the Western Australian Museum*, Supplement No. 62. 233 p
- Larson HK, Kottelat, M. 1992. A new species of *Mugilogobius* (Pisces: Gobiidae) from Lake Matano, central Sulawesi, Indonesia. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 3(3): 225-234
- Larson HK, Geiger MF, Hadiaty RK, Herder F. 2014. *Mugilogobius hitam*, a new species of freshwater goby (Teleostei: Gobioidi: Gobiidae) from Lake Towuti, central Sulawesi, Indonesia. *Raffles Bulletin of Zoology* 62: 718-725.
- Lohman DJ, de Bruyn M, Page T, Rintelen K von, Hall R, PKL Ng, Shih HT, Carvalho GR, Rintelen T von. 2011. Biogeography of the Indo-Australian Archipelago. *The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 42: 205-226.
- Miesen FW, Droppelmann F, Hüllen S, Hadiaty RK, Herder F. 2015. An annotated checklist of the inland fishes of Sulawesi. *Bonn Zoological Bulletin* 64(2): 77-106.
- Meisner AD, Louie KD. 2000. *Nomorhamphus kolonodalensis*, a new species of viviparous halfbeak from Sulawesi (Teleostei: Hemiramphidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 11(4): 361-368.
- Mokodongan DF, Tanaka R, Yamahira K. 2014. A new ricefish of the genus *Oryzias* (Belontiiformes, Adrianichthyidae) from Lake Tiu Central Sulawesi, Indonesia. *Copeia* 2014(3): 561-567
- Mokodongan DF, Montenegro J, Mochida K, Fujimoto S, Ishikawa A, Kakioka R, Yong L, Mulis, RK Hadiaty, IF Mandagi, KWA Masengi, Wachia N, Hashiguchi Y, Kitano J, Yamahira K. 2018. Phylogenomics reveals habitat-associated body shape divergence in *Oryzias woworae* species group (Teleostei: Adrianichthyidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 118 (2018): 194-203
- Moss SJ, Wilson MEJ. 1998. Biogeographic implications of the tertiary palaeogeographic evolution of Sulawesi & Borneo. In: Hall R, Holloway JD (Eds.). *Biogeography and Geological Evolution of SE Asia*. pp. 133-163.
- Nielsen JG, Schwarzhans W, Hadiaty RK. 2009. Ablind, new species of *Diancistrus* (Teleostei, Bythitidae) from three caves on Muna Island, southeast of Sulawesi, Indonesia. *Cybium* 33(3): 241-245.
- Parenti LR. 2008. A phylogenetic analysis and taxonomic revision of ricefishes, *Oryzias* and relatives (Belontiiformes, Adrianichthyidae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 154: 494-610.
- Parenti LR, Louie KD. 1998. *Neostethus djajorum*, new species, from Sulawesi, Indonesia, the first phallostethid fish (Teleostei: Atherinomorpha) known from east of Wallace's Line. *Raffles Bulletin of Zoology* 46 (1): 139-150.
- Parenti LR, Soeroto B. 2004. *Adrianichthys roseni* and *Oryzias nebulosus*, two new ricefishes (Atherinomorpha: Belontiiformes: Adrianichthyidae) from Lake Poso, Sulawesi, Indonesia. *Ichthyological Research* 51(1): 10-19.
- Parenti LR, Hadiaty RK. 2010. A new, remarkably colorful, small ricefish of the genus *Oryzias* (Belontiiformes, Adrianichthyidae) from Sulawesi, Indonesia. *Copeia* 2010 (2): 268-273.
- Parenti LR, Hadiaty RK, Lumbantobing D, Herder F. 2013. Discovery and description of two new ricefishes of the genus *Oryzias* (Atherinomorpha, Belontiiformes, Adrianichthyidae) augments the endemic freshwater fish fauna of Southeastern Sulawesi, Indonesia. *Copeia* 2013(3): 403-414.
- Pfaender J, Miesen FW, Hadiaty RK, Herder F. 2011. Adaptive speciation and sexual dimorphism contribute to diversity in form and function in the adaptive radiation of Lake Matano's sympatric roundfin sailfin silversides. *Journal of Evolutionary Biology*. Doi: 10.1111/j.1420-9101.2011.02357

- Pfaender J, Gray SM, Rick IP, Chapuis S, Hadiaty RK, Herder F. 2014. Spectral data reveal unexpected cryptic colour polymorphism in female sailfin silverside fish from ancient Lake Matano. *Hydrobiologia* 739(1): 155-161.
- Popta CML. 1905. *Haplochilus sarasinorum*, n. sp. *Notes from the Leyden Museum* 25 (4): 239-247.
- Popta CML. 1912. Fortsetzung der Beschreibung von neuen Fischarten der Sunda-Expedition. *Notes from the Leyden Museum* 34 (3-4) (art. 34): 185-193.
- Popta CML. 1922. Vierte und letzte Fortsetzung der Beschreibung von neuen Fischarten der Sunda-Expedition. *Zoologische Mededelingen* (Leiden) 7 (art. 2): 27-39.
- Rintelen K von, von Rintelen T, Meixner M, Lutter C, Cai Y, Glaubrecht M. 2007. Freshwater shrimp-sponge association from an ancient lake. *Biology letters* 3: 262-264.
- Rintelen T von, Glaubrecht M. 2003. New discoveries in old lakes: Three new species of *Tylomelania* Sarasin & Sarasin, 1897 (Gastropoda: Cerithioidea: Pachychilidae) from the Malili Lake System on Sulawesi, Indonesia. *Jurnal of Mollusc Study* 69: 3-17.
- Rintelen T von, Rintelen K von, Glaubrecht M, Schubart CD, Herder F. 2012. Aquatic biodiversity hotspots in Wallacea: the species flocks in the ancient lakes of Sulawesi, Indonesia. In: Gower DJ et al. (Eds.) *Biotic Evolution and Environmental Change in Southeast Asia*. pp. 290-315.
- Rintelen T von, Marwoto RM, Haffner GD, Herder F. 2014. Preface: Speciation research in ancient lakes-classic concepts and new approaches. *Hydrobiologia* 739: 1-6.
- Sabo E, Roy D, Hamilton PB, Hehanussa PE, McNeely R, Haffner GD. 2008. The plankton community of Lake Matano: McNeely factors regulating plankton composition and relative abundance in an ancient, tropical lake of Indonesia. *Hydrobiologia* 615: 225-235.
- Schwarzer J, Herder F, Misof B, Hadiaty RK, Schlieven UK. 2008. Gene flow at the margin of Lake Matano's adaptive sailfin silverside radiation: Telmatherinidae of River Petea in Sulawesi. *Hydrobiologia* 615(1): 201-213.
- Siebert SF. 2005. The abundance and distribution of rattan over an elevation gradient in Sulawesi, Indonesia. *Forest ecology and Management* 210: 143-158.
- Stelbrink B, Stöger I, Hadiaty RK, Schlieven UK, Herder F. 2014. Age estimates for an adaptive lake fish radiation, its mitochondrial introgression, and an unexpected sister group: Sailfin silversides of the Malili Lakes system in Sulawesi. *BMC Evolutionary Biology* 2014, 14:94. <http://www.biomedcentral.com/1471-2148/14/94>
- van der Laan R, Eschmeyer WN, Fricke R. 2018. Family-group names (<http://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishes-family-group-names>). Electronic version accessed Maret 2018.
- Vari R, Hadiaty RK. 2012. The endemic Sulawesi fish genus *Lagusia* (Teleostei: Teraponidae). *The Raffles Bulletin of Zoology* 60 (1): 121-126.
- Vogt D. 1978. Kennen sie *Nomorhamphus*? Eine Übersicht und vorläufige Beschreibungen einer neuen Unterart, nämlich *Nomorhamphus liemi snijdersi* und einer Art, nämlich *Nomorhamphus brembachi*. *Die Aquarien- und Terrarienzeitschrift* (DATZ) 31 (7): 222-227.
- Voris HK. 2000. Maps of Pleistocene sea levels in Southeast Asia: shorelines, river systems and time durations. *Journal of Biogeography* 17: 1153-1167
- Weber M. 1894. Die Süßwasser-Fische des Indischen Archipels, nebst Bemerkungen über den Ursprung der Fauna von Celebes. *Zoologische Ergebnisse einer Reise in Niederländisch Ost-Indien* 3 (2): 405-476.
- Weber M. 1913. Neue Beiträge zur Kenntnis der Süßwasserfische von Celebes. *Bijdragen tot de Dierkunde* 1913: 197-213.
- Weber M, de Beaufort LF. 1922. *The fishes of the Indo-Australian archipelago*. IV. *Heteronomi, Solenichthyes, Synentognathi, Percosoces, Labyrinthici, Microcyprini*. Brill, Leiden.
- Whitten TJ, Henderson GS, Mustafa M. 2012. *Ekologi Sulawesi*. Penerjemah: Tjitrosopomo, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Wirjoatmodjo S, Rahardjo MF, Sulistiono, Suwelo IS, Hadiaty RK. 2003. Ecological distribution of endemic fish species in Lakes Poso and Malili Complex, Sulawesi Island. Final Report of ARCBC Project.
- Yamahira K, Mochida K, Fujimoto S, DF Mokedongan, Montenegro J, Kaito T, Ishikawa A, Kitano J, Sue T, Mulis, Hadiaty RK, Mandagi IF, Masengi KWA. 2016. New localities of the *Oryzias woworae* species group (Adrianichthyidae) in Sulawesi Tenggara. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 16(2): 125-131.
- Zitzler K, Cai Y. 2006. *Caridina spongicola*, new species, a freshwater shrimp (Crustacea: Decapoda: Atyidae) from the ancient Malili Lake System of Sulawesi, Indonesia. *The Raffles Bulletin of Zoology* 54(2): 271-276.

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 2 Bulan Juni Tahun 2018, yaitu:

Akhmad Fairus Mai Soni, Dr. (Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau)

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

Asda Laining, Dr. (Balai Penelitian dan Pengembangan Budi Daya Payau)

Djumanto, Dr. (Fakultas Pertanian, Universitas Gajah Mada)

Endang Dewi Masithoh, Dr (Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga)

Fadly Y.Tantu, Dr. (Program Studi Akuakultur, Fakultas Peternakan dan Perikanan - Universitas Tadulako)

Gybert E. Mamuya, Dr. (Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Sam Ratulangi)

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

Kadarusman (Akademi Perikanan Sorong)

Lenny S. Syafei, Dr. (Masyarakat Iktiologi Indonesia, Bogor)

M. F. Rahardjo, Prof. Dr. (Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor)

Usman Muhammad Tang, Prof. Dr. (Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan - Universitas Riau)

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, dan indeks subyek.

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 dilakukan dengan mengirimkan satu salinan lunak (*soft copy*) melalui surat elektronik kepada dewan penyunting JII. Pengajuan naskah dapat dilakukan kapan pun kepada:

Dewan Penyunting Jurnal Iktiologi Indonesia
Gd. Widiasatwaloka, Bidang Zoologi,
Pusat Penelitian Biologi LIPI
Jln. Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong
16911

✉ iktiologi_indonesia@yahoo.co.id
Telp. (021) 8765056/64, Fax. (021) 8765068

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 menyiapkan naskah yang akan dikirim ke JII. Panduan lengkap dapat anda lihat pada laman Masyarakat Iktiologi Indonesia (www.iktiologi-indonesia.org). Naskah yang ditulis sesuai dengan ketentuan pada panduan akan mempercepat waktu pemeriksaan dan penyuntingan.

Penyiapan naskah

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

- Ukuran kertas: A4 dengan batas pinggir 3 cm seluruhnya, bernomor halaman yang dituliskan pada ujung kanan bawah.
- Naskah ditulis dalam satu kolom pada tiap halaman.
- Naskah diketik menggunakan Microsoft Word for Windows dalam spasi 1,5 baris, tipe huruf Times New Roman ukuran 12. Karakter huruf pada Gambar dapat berbeda dari ketentuan ini.
- Teks dituliskan hanya rata kiri.
- Gunakan spasi tunggal (bukan ganda) sesudah tanda baca (titik, koma, titik dua, titik koma).
- Gunakan satuan Sistem Internasional (SI) untuk pengukuran dan penimbangan.
- Nama ilmiah organisme disesuaikan dengan kode nomenklatur internasional (*e.g. International Code of Zoological Nomenclature*). Nama genus dan spesies ditulis dalam huruf miring (*italik*).
- Angka yang lebih kecil dari 10 dieja, misal tujuh spesies ikan, tetapi tidak dieja bila diikuti oleh satuan baku, misal 3 kg. Nilai di atas sembilan ditulis dalam angka, kecuali pada awal kalimat.
- Tidak menggunakan garis miring (sebagai ganti kata per), tetapi menggunakan titik atas indeks minus, contoh 9 m/det dituliskan 9 m det⁻¹.
- Jangan menggunakan singkatan tanpa keterangan sebelumnya. Kata yang disingkat sebaiknya ditulis lengkap pada penyebutan pertama diikuti singkatan dalam tanda kurung.
- Tanggal ditulis sebagai 'hari bulan tahun', misal 12 September 2010. Singkatan bulan pada tabel dan gambar menggunakan tiga kata pertama nama bulan, misal Jan, Apr, Agu.
- Peta memuat petunjuk garis lintang dan garis bujur, serta menyebutkan sumber data.
- Gambar atau foto organisme atau bagian organisme harus diberi keterangan skala.
- Periksa untuk memastikan bahwa gambar telah diberi nomor secara benar seperti yang dikutip dalam teks. Nomor dan judul gambar terletak di bagian bawah gambar.
- Pastikan bahwa tabel telah diberi nomor dengan benar dan berurutan sesuai dengan nomor

yang dikutip dalam teks. Posisi nomor dan judul tabel terletak di atas tabel. Judul sebaiknya jelas, lengkap dan informatif. Letakkan sumber data dan catatan tepat di bawah tabel. Jangan memuat garis vertikal pada tabel. Hilangkan garis horisontal dari tabel, kecuali garis atas dan bawah judul kolom dan garis akhir dasar tabel.

- Ketepatan pengutipan pustaka sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. JII menganut sistem nama-tahun dalam pengutipan. Nama keluarga dan tahun publikasi dicantumkan dalam teks *eg.* Rahardjo & Simanjuntak (2007) atau (Rahardjo & Simanjuntak 2007) untuk satu dan dua penulis; Sjafai *et al.* (2008) atau (Sjafai *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 dirangkum dalam suatu acuan yang padat. Nyatakan tujuan penelitian anda.

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

Hasil. Di sini anda kemukakan informasi dan hasil yang diperoleh berdasarkan metode yang

digunakan. Jangan mengutip pustaka apapun pada bab ini.

Pembahasan. Nilai suatu naskah ditentukan oleh suatu pembahasan yang baik. Di sini hasil studi anda dihubungkan dengan hasil studi sebelumnya. Hasil diinterpretasikan dengan dukungan kejadian atau pustaka yang memadai. Hasil yang tidak diharapkan atau anomali perlu dijelaskan. Penggunaan pustaka primer mutakhir (10 tahun terakhir) sangat dianjurkan. 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 italic), yang diikuti oleh volume dan nomor terbitan, serta nomor halaman dalam huruf roman (tegak). Contoh:

Lauer TE, Doll JC, Allen PJ, Breidert B, Palla J. 2008. Changes in yellow perch length frequencies and sex ratios following closure of the commercial fishery and reduction in sport bag limits in southern Lake Michigan. *Fisheries Management and Ecology*, 15(1): 39-47

- Judul buku ditulis dalam huruf italic. Gunakan huruf kapital pada awal kata, kecuali kata depan dan kata sambung. Nama dan lokasi penerbit, serta total halaman dicantumkan. Contoh:

Berra TB. 2001. *Freshwater Fish Distribution*. Academic Press, San Francisco. 640 p.

- Buku terjemahan ditambahkan nama penerjemahnya. Contoh:

Nikolsky GV. 1963. *The ecology of fishes*. Translated from Russian by L. Birkett. Academic Press, London and New York. 352 p.

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

- Artikel yang termuat dalam kumpulan monograf (buku, prosiding) dituliskan: penulis-tahun, judul artikel. *In:* nama penyunting, judul monograf (ditulis dengan huruf italic), nama penerbit dan lokasinya, serta halaman artikel. Contoh:

Bleckmann H. 1993. Role of lateral line in fish behaviour. *In:* Pitcher TJ (ed.). *Beha-*

viour of Teleost Fishes. Chapman and Hall, London. pp. 201-246.

Simanjuntak CPH, Zahid A, Rahardjo MF, Hadiaty RK, Krismono, Haryono, Tjakrawidjaja AT (Editor). 2011. *Prosiding Seminar Nasional Ikan VI*. Bogor 8-9 Juni 2010. Masyarakat Iktiologi Indonesia. Cibinong. 612 p.

- Kutipan terbatas hasil yang tak dipublikasikan, pekerjaan yang dalam penyiapan, pe-

kerjaan 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.

Jusmaldi, Nova Hariani 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
D. Arfiati, U. Zakiyah, I. S. Nabilah, N. Khoiriyah, A. S. Jayanti, H. F. Kharismayanti 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 ₅₀ – 96 H) toward common carp, <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus 1758 mortality in leather industry liquid waste and piretroid insecticide].	103
Khaerudin, Afreni Hamidah, Winda Dwi Kartika 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
Anugerah Saputra, Astri Wulandari, Ernawati, Muhammad Amri Yusuf, Irvan Eriswandy, Andi Aliah Hidayani 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
Ilham Zulfahmi, Yusrizal Akmal, Agung Setia Batubara 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
Arief Wujdi, Maya Agustina, Irwan Jatmiko 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
Dwinda Pangentasari, Mia Setiawati, Nur Bambang Priyo Utomo, Mas Tri Djoko Sunarno 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) [Composition and digestibility values of <i>Indigofera zollingeriana</i> leaf meal on hoven's carp seed <i>Leptobarbus hoevenii</i> which fermented with sheep rumen liquor].	165
Renny Kurnia Hadiaty Status taksonomi iktiofauna endemik perairan tawar Sulawesi [Taxonomical status of endemic freshwater ichthyofauna of Sulawesi]	175



9 771693 033002