

Jurnal Iktiologi Indonesia

(Indonesian Journal of Ichthyology)

Volume 17 Nomor 3 Oktober 2017



Diterbitkan oleh:

Masyarakat Iktiologi Indonesia

(The Indonesian Ichthyological Society)



Jurnal Iktiologi Indonesia

ISSN 1693 – 0339

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

Volume 17 Nomor 3 Oktober 2017

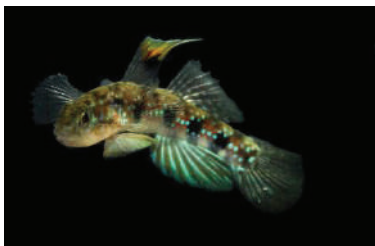
Dewan Penyunting

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

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.



Ikan *Redigobius* sp.
(Foto oleh Renny K. Hadiaty)

Percetakan: CV. Rajawali Corporation

Prakata

Jurnal Iktiologi Indonesia edisi Oktober ini adalah edisi terakhir tahun 2017. Sebentar lagi kita akan masuk ke tahun 2018 dengan harapan jurnal kita menjadi lebih baik dan memberikan lebih banyak lagi informasi ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi masyarakat.

Edisi terakhir ini menyajikan enam artikel yang berhubungan dengan bidang genetika, reproduksi, dan biologi ikan. Hadie *et al.* melaporkan tentang keragaman genetik ikan rono *Adriacanthys oophorus* spesies endemik di Danau Poso Sulawesi Tengah berdasarkan truss morfometrik dan sekuens gen cytochrome C oxidase subunit I (COI).

Biologi reproduksi ikan kembung lelaki, *Rastreliger kanagurta* di perairan pesisir Takalar, Sulawesi Selatan dibahas secara rinci oleh Kasmi *et al.* Masih dalam topik bahasan di bidang reproduksi ikan, Subhan *et al.* menyajikan hasil penelitian mereka yang berkaitan dengan upaya perbaikan performa reproduksi ikan komet *Carassius auratus auratus* melalui pemberian tepung otak sapi sebagai GnRh alami.

Edisi ini juga mengemukakan hasil pengamatan iktiofauna air tawar di Pulau Enggano salah satu kekayaan plasma nutfah Indonesia

yang belum banyak dikenal. Laporan ini ditulis oleh Hadiaty dan Sauri.

Ikan pelangi banyak tersebar di Papua, yang sebagian adalah ikan endemik yang perlu dikonservasi kelestariannya. Faktor lingkungan fisik air berpengaruh bagi kehidupan dan tingkah laku ikan pelangi, seperti kekeruhan. Manangkaling *et al.* meneliti tentang efektivitas ikan pelangi arfak, *Melanotaenia arfakensis* dalam mencari makan pada tingkat kekeruhan air yang berbeda melalui pendekatan laboratoris

Edisi yang sekarang anda baca ditutup oleh artikel Aditriawan & Runtuboy. Artikel ini menggambarkan tentang hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan petek *Leiognathus equulus* di perairan Teluk Pabean, Jawa Barat .

Harapan kami penyunting, enam buah artikel yang disajikan ini dapat menambah informasi ilmu pengetahuan bagi kita di bidang iktiologi. Upaya untuk membangun dan mengembangkan Jurnal Iktiologi Indonesia versi daring (*on line*) melalui laman www.jurnal-iktiologi.org telah dimulai. Namun penyelesaiannya belum tuntas karena berbagai kendala teknis yang menghadang. Hal ini berimbas pada terlambatnya penerbitan edisi Oktober 2017 sampai ke tangan pembaca.

Penyunting

Keragaman genetik ikan rono *Adrianichthys oophorus* (Kottelat, 1990) spesies endemik di Danau Poso Sulawesi Tengah berdasarkan *truss morphometric* dan sekuen gen *cytochrome C oxidase subunit 1* (COI)

[Genetic diversity of egg-carrying bunting, *Adrianichthys oophorus* (Kottelat, 1990) endemic species of Lake Poso Central Sulawesi using *truss morphometrics* and sequens of *cytochrome c oxidase subunit I* gene (COI)]

Wartono Hadie^{1✉}, Meria Tirsia Gundo², Lies Emmawati¹

¹ Pusat Riset Perikanan

Jl. Ragunan No. 20, Pasar Minggu 12540.

² Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Sintang Maroso Poso

Jln. Pulau Timor No. 1, Poso 94619

Diterima: 5 Mei 2017; Disetujui: 18 Juli 2017

Abstrak

Ikan endemik berperan sebagai indikator suatu populasi jenis ikan yang unik dan bermanfaat sebagai spesies kunci dalam upaya konservasi. Ikan rono (*Adrianichthys oophorus*) adalah jenis ikan endemik di Danau Poso yang perlu dilindungi dari ancaman kepunahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keragaman morfometrik dan molekuler ikan rono sebagai dasar dalam strategi konservasi ikan endemik tersebut. Sampel ikan dikoleksi dari tiga populasi, yaitu populasi dari Tolombo, Taipa, dan Tentena. Sampel ikan sebanyak 30 ekor dari masing-masing lokasi diukur secara morfometrik menggunakan metode *truss morphometric* dan dianalisis dengan analisis komponen utama. Secara molekuler sampel ikan dianalisis sekuensing *DNA* menggunakan gen *cytochrome C oxidase subunit 1* (COI). Hasil analisis menunjukkan bahwa populasi ikan rono di Danau Poso secara morfometrik dan molekuler memiliki keragaman yang berbeda. Secara morfometrik terdapat 12 karakter yang menjadi karakter dasar tiga populasi ikan rono ($p > 0,05$), sebanyak tiga karakter akan menjadi karakter yang beradaptasi terhadap lingkungan ($p < 0,05$) dan 11 karakter telah beradaptasi dengan lingkungan ($p < 0,01$). Hasil analisis morfometrik dan molekuler antar ketiga populasi terlihat sinkron. Populasi Tentena secara morfometrik dan molekuler terpisah dengan populasi lainnya yang berarti memiliki perbedaan nyata pada tingkat DNA dan morfometrik. Implikasi hasil penelitian ini memberikan indikasi bahwa strategi konservasi ikan rono dapat dilakukan dengan memulihkan kembali keragaman gen total (*gen pool*). Pemulihan *gen pool* dapat dilakukan melalui perkawinan silang antar tiga populasi yang berbeda, sehingga terjadi aliran gen dan meningkatkan *fitness* yang akan menjaga populasi ikan rono sebagai jenis endemik tetap lestari.

Kata penting: ikan rono, keragaman, genetik, konservasi

Abstract

Endemic fish acts as an indicator of a unique and useful fish species population as a key species in conservation efforts. Egg-carrying Buntingi (*Adrianichthys oophorus*) is an of endemic fish species in Poso Lake that needs to be protected from extinction. This study aims to evaluate the morphometric and molecular diversity of rono fish as a basis in the endemic fish conservation strategy. The samples of fish are collected from three populations, namely Tolombo, Taipa, and Tentena. A total of 30 fish collected samples from each location are morphometrically measured using the *truss morphometric* method and analyzed applying principle component analysis. The fish samples are molecularly analyzed DNA sequencing using COI. The result of the analysis shows that rono fish populations in Poso lake morphometrically and molecularly have different diversity. In morphometrics, there are 12 characters which are the basic characters of three rono fish populations ($p > 0.05$), as many as three characters will become characters adapting to an environment ($p < 0.05$), and 11 characters have adapted to an each environments ($p < 0.01$). The results of the morphometric and molecular analysis between the three populations are appearing synchronous. The Tentena population is different from other populations, showing a significant difference in DNA level. The implication of the results of this study indicates that the rono fish conservation strategy can be adopted by restoring the total gene pool. Gene pool recovery can be conducted through cross-breeding of three different populations, resulting in gene flow and increased fitness that will keep the population of rono fish as a sustainable endemic species.

Keywords: Egg-carrying Buntingi, diversity, genetic, conservation

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: tono_hadi@yahoo.com

Pendahuluan

Ikan rono, *Adrianichthys oophorus* (Kottelat, 1990) merupakan ikan endemik di Danau Poso sebagai ikan pelagis dengan relung daerah bebantuan. Ikan rono tersebar di seluruh kawasan Danau Poso dan merupakan ikan yang digemari masyarakat dan menjadi makanan khas penduduk di sekitar danau. Ikan rono memiliki karakter dimorfisme seksual antara jantan dan betina yang merupakan adaptasi organ untuk alat bantu pemijahan (Rahardjo *et al.* 2010, Gundo *et al.* 2013). Terdapat paling tidak sembilan jenis ikan endemik di Danau Poso dengan status pada *red list data book* dari IUCN (2010) dalam tatanan konservasi mulai dari populasi rentan (*vulnerable/VU*), genting (*endangered/EN*), hingga kritis (*critical rare/CR*), bahkan satu jenis sudah dinyatakan punah (Rahardjo 2015).

Ikan rono memiliki karakter yang unik sebagai hasil adaptasi terhadap lingkungannya. Secara geografis Danau Poso berada di tengah Pulau Sulawesi, pada posisi antara 1° 44' 2° 04' LS dan 120° 32'-120° 43' BT. Luasnya Danau Poso dan mikrohabitat khusus yang disukai ikan rono mengakibatkan penyebaran populasinya terkonsentrasi pada habitat spesifik (Gundo *et al.* 2013), membentuk meta populasi dan memungkinkan semakin kecilnya perkawinan acak antar meta populasi (*panmictic population*). Kondisi demikian tidak memungkinkan aliran gen (*gene flow*) antargenerasi terjadi secara utuh. Akibatnya akan terjadi keragaman genetik diantara meta populasi. Keragaman genetik akibat kawin acak yang terbatas dan kemampuan adaptasi terhadap habitat akan memunculkan ekspresi gen dalam bentuk fenotipe yang berbeda antarlokasi atau habitat. Pengamatan keragaman fenotipe di antara populasi dan spesies merupakan cara memahami proses yang mengarah kepada diversifikasi spesies di dalam suatu ekosistem

(Schluter 2000). Rangkaian kejadian dalam proses tersebut berhubungan dengan keragaman fenotipe yang diperankan oleh gen dan konsekuensi dari sintasan suatu populasi. Selain itu keragaman dalam morfologi, tingkah laku atau siklus hidup merupakan kombinasi antara heterogenitas lingkungan ekstrim dan adaptasi dari gen kelenaturan fenotipik (Robinson & Parsons 2002).

Dalam hubungannya dengan kerentanan populasi ikan rono di Danau Poso, maka pemahaman keragaman morfometrik dapat digunakan sebagai pemahaman dalam melakukan konservasi ikan tersebut. Pemahaman tentang keragaman genetik dan dinamika populasi merupakan komponen penting dalam merancang strategi konservasi ikan endemik yang terbatas luas wilayahnya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi keragaman fenotipik dan genotipik ikan rono di Danau Poso, Sulawesi Tengah.

Bahan dan metode

Pengumpulan ikan contoh dilakukan pada tiga stasiun pengambilan contoh (Gambar 1). Stasiun pengambilan contoh satu (S-1) berada di bagian timur Danau Poso yaitu di perairan Desa Tolambo. Sebagian daratan merupakan daerah pertanian dan sebagian lagi merupakan daerah hutan berbatu. Kemiringan lereng daerah pantai sebagian besar tergolong curam, dan terdapat batu-batuan besar yang berbatasan langsung dengan perairan, didominasi oleh zona litoral yang sempit.

Stasiun pengambilan contoh dua (S-2) terletak di bagian barat Danau Poso yaitu di sekitar perairan Tando Taipa. Daerah ini merupakan wilayah Desa Taipa. Pantai berbentuk tanjung berbatu dengan zona litoral sempit. Daratan merupakan kawasan hutan dengan kemiringan lereng sebagian besar tergolong curam. Daerah daratan merupakan kawasan hutan berbatu dengan kemi-

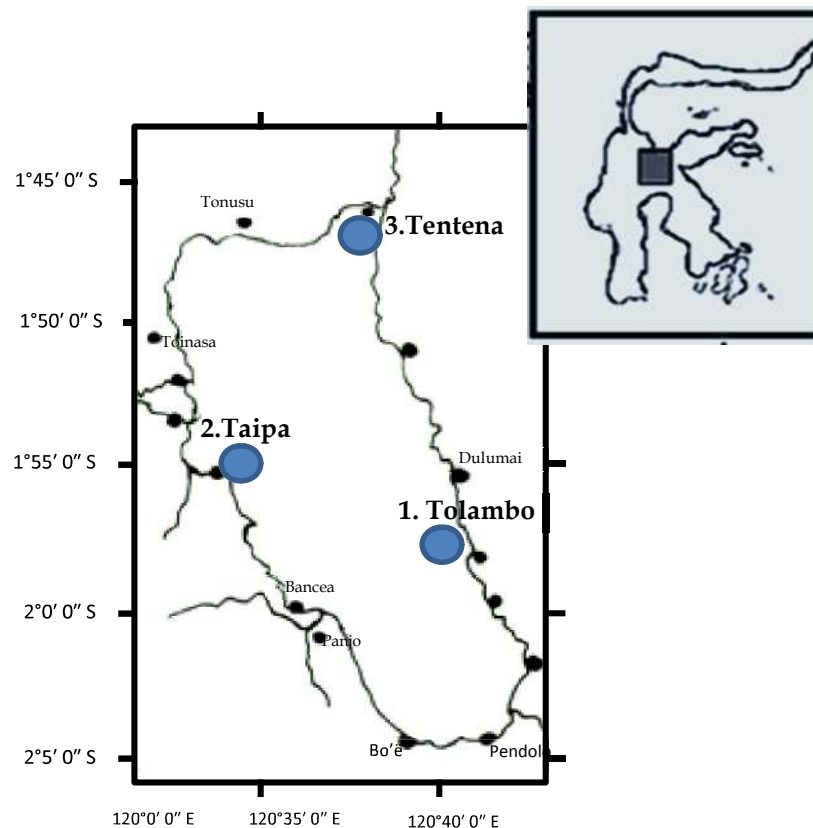
ringan lereng sangat curam. Pantai berbatu dan berpasir dengan daerah litoral yang sempit.

Stasiun tiga (S-3) merupakan perairan yang berdekatan dengan aliran air keluar (*outlet*) dari Danau Poso daerah Tentena. Stasiun ini terletak di bagian utara, yaitu di sepanjang pantai Tando Dilana, Watu Mpangasa, Tamuu, Tando Lala, Towale. Daratan merupakan daerah pertanian. Sebagian besar pantai tergolong curam terdapat batu-batuan berukuran besar yang berbatasan langsung dengan dasar perairan yang curam dan memiliki zona litoral yang sempit.

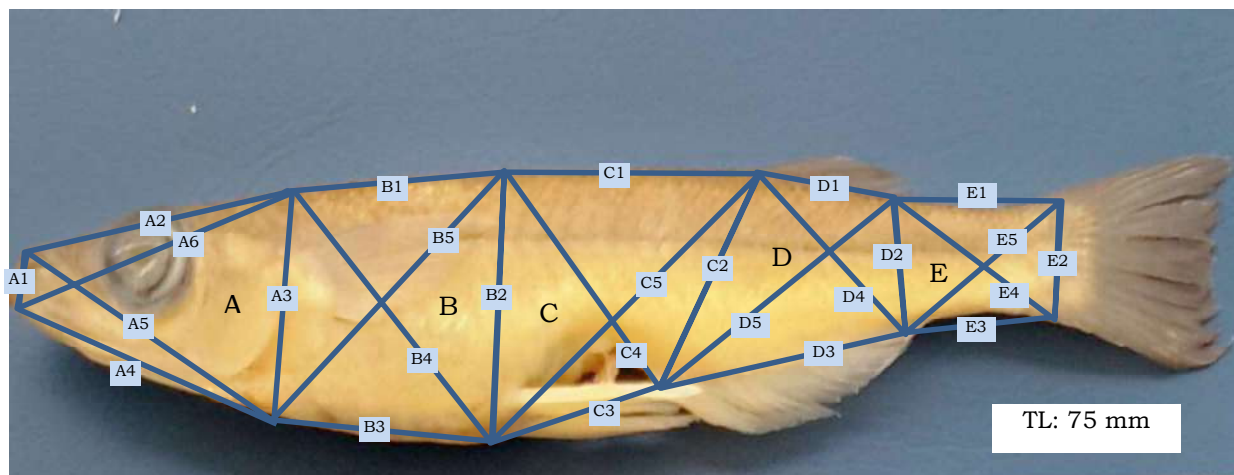
Sampel yang diambil dari ketiga lokasi tersebut selanjutnya diamati secara morfometrik dan molekuler. Secara morfometrik ikan dianalisis menggunakan *truss morphometric* (Gambar 2) dan secara molekuler dengan analisis sekuen-

sing DNA. Populasi ikan rono yang diamati diambil dari tiga lokasi yang berbeda dan dalam analisis dibagi menjadi lima sampel: 1. Tolambo dalam analisis diberi notasi: 1. Tolambo-Mata Besar (Tolambo-MB) dan 2. Tolambo-Mata Kecil (Tolambo-MK); 2. Taipa dalam analisis diberi notasi: 3. Taipa-Mata Kecil (Taipa-MK) dan 5. Taipa-Mata Besar (Taipa-MB); 3. Tentena (dalam analisis diberi notasi: 4 Tentema). Masing-masing sampel untuk analisis morfometrik sebanyak 30 ekor.

Analisis bentuk (*shape analysis*) dilakukan dengan membagi tubuh ikan menjadi titik-titik *land mark* dengan penghubung garis *truss (truss line)* menjadi bentuk yang khas untuk melihat perbedaan satu populasi dengan populasi lainnya.



Gambar 1. Lokasi stasiun pengambilan contoh ikan rono di Danau Poso, untuk pengamatan morfometrik dan molekuler. 1. Tolambo; 2 Taipa; 3. Tentena.



Gambar 1. Pembuatan truss morphometric dengan membagi tubuh ikan rono ke dalam *truss cell* dan garis truss. Badan ikan dibagi ke dalam lima *truss cell* (A,B,C, D dan E), Masing-masing *truss cell* dibagi kedalam garis truss (A1-E5).

Kode	Garis truss	Karakter morfologi
A1	Tinggi moncong dari rahang bawah - rahang atas	Lebar kepala depan
A2	Jarak anatar bagian depan moncong atas - titik vertico-dorsal operculum bagian belakang	
A3	Tinggi kepala bagian belakang operculum	
A4	Jarak antara titik vertico-ventral operculum belakang - titik ujung rahang bawah	Bagian kepala terlebar
A5	Diagonal antara titik vertico-ventral operculum belakang – ujung moncong bagian atas	
A6	Diagonal antara titik vertico-dorsal operculum bagian belakang – ujung moncong bagian bawah	
B1	Jarak antara titik vertico-dorsal operculum bagian belakang –titik vertico-dorsal pangkal sirip perut	Bagian badan terlebar
B2	Jarak antara titik vertico-dorsal pangkal sirip perut – pangkal sirip perut	
B3	Jarak antara titik vertico-ventral operculum belakang – pangkal sirip perut	
B4	Diagonal pangkal sirip perut – titik vertico-dorsal operculum bagian belakang	
B5	Diagonal titik vertico-ventral operculum belakang - titik vertico-dorsal pangkal sirip perut	
C1	Jarak antara titik vertico-dorsal pangkal sirip perut – pangkal sirip punggung	Lebar ruang pengeraman telur
C2	Jarak antara pangkal sirip punggung – pangkal sirip anal	
C3	Jarak antara pangkal sirip anal – pangkal sirip perut	
C4	Diagonal antara pangkal sirip punggung - titik vertico-dorsal pangkal sirip perut	
C5	Diagonal antara pangkal sirip punggung – pangkal sirip perut	
D1	Jarak antara pangkal sirip punggung – bagian akhir sirip punggung	Lebar badan bagian belakang
D2	Jarak antara bagian akhir sirip punggung – bagian akhir sirip anal	
D3	Jarak antara bagian akhir sirip anal – bagian awal sirip anal	
D4	Diagonal bagian akhir sirip punggung - bagian awal sirip anal	
D5	Diagonal bagian awal sirip anal - bagian akhir sirip punggung	

Kode	Garis truss	Karakter morfologi
E1	Jarak antara bagian akhir sirip punggung – pangkal sirip ekor bagian dorsal	
E2	Jarak antara pangkal sirip ekor dorsal – pangkal sirip ekor ventral	
E3	Jarak antara pangkal sirip ekor ventral - bagian akhir sirip anal	
E4	Diagonal pangkal sirip ekor ventral - bagian akhir sirip punggung	
E5	Diagonal antara bagian akhir sirip anal - pangkal sirip ekor bagian dorsal	

Data ukuran garis truss dianalisis menggunakan statistic program SAS .6.12 dan SPSS V.21. Analisis diskriminan dilakukan dengan menggunakan prinsip fungsi diskriminan linear dengan validasi silang antara fungsi jarak kuadrat dengan probabilitas bagian akhir dari keanggotaan masing-masing lokasi (SAS 1997) dengan rumus:

$$D_j^2(X) = (X - \bar{X}_{(X)j})' Cov_{(X)}^{-1} (X - \bar{X}_{(X)j})$$

$$Pr_{(j/x)} = Exp \frac{(-0,5 D_j^2(X))}{Sum_k exp(-0,5 D_k^2(X))}$$

Keterangan:

$D_{(i/j)}^2$ = nilai statistik mahalobis sebagai ukuran jarak kuadrat genetik antar populasi;

Cov^{-1} = kebalikan matrik gabungan ragam peragam antar peubah;

$\bar{X}_i$ = vektor nilai rata-rata pengamatan dari populasi I pada masing-masing peubah;

$\bar{X}_j$ = vektor nilai rata-rata pengamatan dari populasi j pada masing-masing peubah;

$Pr\left(\frac{j}{x}\right)$ = probabilitas;

Exp = perkiraan.

Untuk menganalisis mahalanobis digunakan program SAS V.6.12 dengan menggunakan PROC DISCRIM (Suparyanto *et al.* 1999). Jarak kuadrat yang didapatkan kemudian diakarkan. Peta penyebaran populasi dan nilai kesamaan di dalam dan di luar kelompok didapatkan dengan menggunakan analisis diskriminan yaitu analisis komponen utama (*principle component analysis*). Komponen ini juga digunakan untuk melihat pengaruh yang paling kuat terhadap pembentukan populasi utama. Untuk memperkecil variasi ukuran, maka semua variabel trus dibakukan dengan panjang totalnya masing-masing.

Analisis DNA dilakukan sebagai konfirmasi terhadap keragaan fenotipe yang terekspresi sebagai hasil adaptasi habitat yang berbeda. Untuk keperluan tersebut analisis dilakukan hingga taraf sekuensi DNA. Tahapan analisis DNA meliputi ekstraksi, amplifikasi *polymerase chain reaction* (PCR), visualisasi pita DNA, perunut nukleotida, dan analisis data hasil sekuensing.

Ekstraksi DNA dilakukan terhadap sampel ikan asal organ sirip pectoral yang dipreservasi dalam etanol 70%. Ekstraksi dilakukan menggunakan kit *DNeasy minikit* (Qiagen) dengan mengacu pada prosedur yang ditentukan oleh perusahaan tersebut. Amplifikasi PCR dilakukan terhadap target gen pada segmen DNA mitokondria bagian gen COI. Amplifikasi dilakukan menggunakan teknik PCR dengan mesin *thermo cycler Applied Biosystem* PE9700. Primer yang digunakan adalah Fish1F:

5'TCAACCAACCACAAAGACATTGGCAC-3' dan Fish1R:

5'-TAGACTTCTGGGTGGCCAAAGAATCA-3' yang akan menghasilkan produk PCR sekitar 650 bp (Ward *et al.* 2005). Volume total PCR adalah 25 µl yang mengandung 1 µl masing-masing primer, 12,5 µl KAPA *hot start ready mix* (KAPA), 5,5 µl *nuclease free water* dan 5 µl DNA sampel. Proses amplifikasi dalam mesin PCR meliputi: denaturasi 94°C selama 5 menit sebagai Pre-PCR, 94°C selama 30 detik untuk proses denaturasi, 52°C selama 30 detik untuk proses *annealing*, 72°C selama 30 detik untuk proses *extension*. Proses tersebut diulang selama 40 kali dan

diakhiri dengan proses *post extention* pada suhu 72°C selama 7 menit dan ditahan pada suhu 4°C.

Produk PCR selanjutnya dijalankan dalam elektroforesis agarose 1,8% dalam bufer TAE dengan menggunakan *ethidium bromide* sebagai pewarna DNA. Elektroforesis dijalankan menggunakan tegangan 100 V selama 45 menit. Produk PCR hasil elektroforesis selanjutnya divisualisasi menggunakan sinar ultraviolet dalam alat GelDoc (BioRad).

Produk PCR dengan ukuran pita sekitar 650 bp selanjutnya dikirim ke 1st Base Malaysia untuk ditentukan runutan nukleotidanya. Primer yang digunakan untuk proses sekuensing adalah sama dengan primer yang digunakan untuk proses amplifikasi PCR. Urutan basa nukleotida hasil sekuensing akan divisualisasi elektrogram dan urutan basa nukleotidanya menggunakan software BioEdit, ClustalW dan MEGA5. Hasil sekuensing selanjutnya disejajarkan (*alignment*) menggunakan perangkat program BLAST (*basic local align search tool*) dari NCBI (*National Center for Biotechnology Information*).

Hasil

Keragaan morfologi

Keragaan karakter morfometrik yang merupakan rata-rata garis truss (*truss line*) hasil pengukuran yang telah disetarakan dengan panjang total yakni dengan membagi garis truss dengan panjang total dapat dilihat pada Tabel 1. Ukuran karakter ini memberikan gambaran keragaman ukuran penyusun bentuk tubuh ikan masing-masing lokasi sampel. Hasil rata-rata komponen karakter tersebut dapat digunakan untuk menyusun bentuk bangun tubuh yang berbeda antar-lokasi.

Rataan keragaan morfometrik berdasarkan hasil analisis diskriminan menunjukkan adanya perbedaan bentuk antarlokasi sampel (Gambar 2). Hasil analisis dengan menggunakan prosedur analisis komponen utama memperlihatkan adanya penyebaran teritorial populasi yang berbeda berdasar komponen utama karakter garis truss.

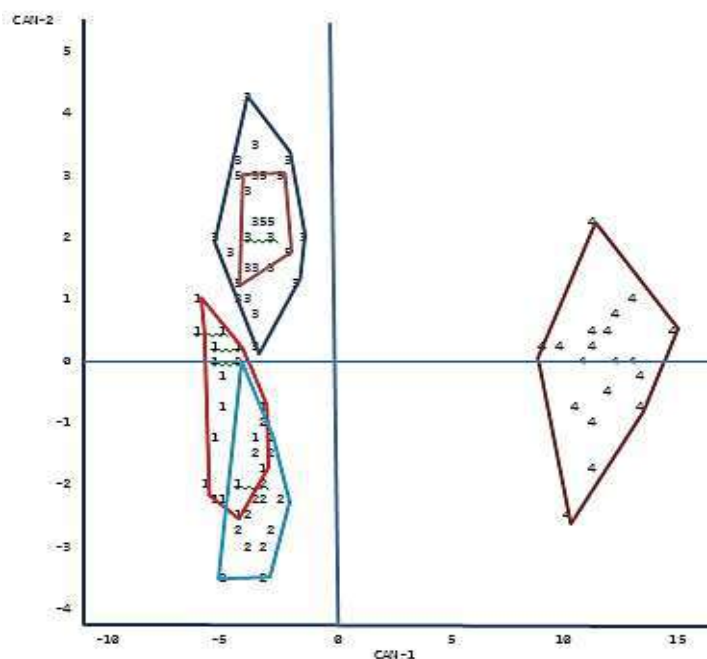
Tabel 1. Rataan variabel ukuran garis truss yang terbakukan dengan panjang total masing-masing dari lima populasi sampel ikan rono di Danau Poso

KODE	1 Tolambo-MB	2 Tolambo-MK	3 Taipa-MK	4 Tentena	5 Taipa-MB
A1	0,23	0,05	0,07	0,06	0,07
A2	0,23	0,25	0,24	0,22	0,23
A3	0,19	0,19	0,18	0,19	0,18
A4	0,24	0,26	0,24	0,23	0,25
A5	0,26	0,27	0,26	0,24	0,27
A6	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25
B1	0,22	0,22	0,20	0,22	0,20
B2	0,22	0,22	0,21	0,22	0,23
B4	0,22	0,21	0,22	0,23	0,20
B5	0,30	0,30	0,29	0,30	0,28
B6	0,30	0,30	0,28	0,31	0,28

Tabel 1 (lanjutan). Rataan variabel ukuran garis truss yang terbakukan dengan panjang total masing-masing dari lima populasi sampel ikan rono di Danau Poso

KODE	1 Tolambo-MB	2 Tolambo-MK	3 Taipa-MK	4 Tentena	5 Taipa-MB
C1	0,23	0,22	0,24	0,25	0,24
C2	0,21	0,22	0,21	0,21	0,23
C4	0,13	0,14	0,14	0,12	0,15
C5	0,23	0,24	0,23	0,23	0,25
C6	0,31	0,31	0,31	0,31	0,33
D1	0,17	0,19	0,17	0,17	0,17
D2	0,13	0,13	0,15	0,13	0,14
D4	0,26	0,27	0,20	0,26	0,26
D5	0,22	0,24	0,20	0,23	0,23
D6	0,30	0,31	0,28	0,31	0,31
E1	0,16	0,14	0,17	0,15	0,16
E2	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11
E4	0,16	0,13	0,18	0,12	0,15
E5	0,20	0,18	0,19	0,18	0,19
E6	0,20	0,17	0,20	0,18	0,19

Keterangan: n (1, 2, 3, 4, 5) = 30 ekor



Gambar 2. Distribusi komponen morfometrik dari lima populasi ikan rono di Danau Poso menggunakan analisis komponen utama. 1. Tolambo-MB, 2. Tolambo-MK, 3. Taipa-MK, 4. Tentena dan 5. Taipa-MB.

Nilai uji keragaman karakter garis truss untuk menunjukkan arah perbedaan bentuk bangun tubuh secara menyeluruh (Tabel 2). Analisis 26 karakter untuk melihat perbedaan bentuk tubuh antarlokasi menunjukkan bahwa 12 karakter tidak berbeda (ns); 3 berbeda nyata (*); dan 11 berbeda sangat nyata (**).

Nilai percampuran komponen (*sharing component*) antarpopulasi dari tiga lokasi yang berbeda (Tabel 3) menunjukkan adanya pertautan genetik (*sharing allele*) antarpopulasi yang menunjukkan seberapa besar andilnya dalam mem-

bentuk karakter dasar dari jenis tersebut kepada seluruh populasi yang ada. Setiap populasi akan memiliki karakter yang membangun membentuk tubuh secara utuh 100%.

Hasil analisis kluster dengan menggunakan jarak euklidean (*euclidean distance*) sebagai jarak matrik memperlihatkan kaitan antarpopulasi berdasarkan ukuran *truss morphometric* dapat dilihat pada Gambar 3. Gambar tersebut menunjukkan kaitan antarpopulasi dari masing-masing lokasi sampel.

Tabel 2. Hasil uji keragaman karakter garis truss yang menunjukkan arah perbedaan bentuk badan secara simultan pada ketiga lokasi sampel

Karakter	Wilks' Lambda	F	Sig.
A1	0,032	625,389	0,000**
A2	0,857	3,465	0,011*
A3	0,977	1,478	0,752 ^{ns}
A4	0,825	4,391	0,003**
A5	0,846	3,772	0,007**
A6	0,946	1,184	0,324 ^{ns}
B1	0,925	1,690	0,160 ^{ns}
B2	0,952	1,050	0,386 ^{ns}
B4	0,894	2,468	0,051 ^{ns}
B5	0,916	1,897	0,119 ^{ns}
B6	0,803	5,083	0,001**
C1	0,922	1,758	0,145 ^{ns}
C2	0,805	5,032	0,001**
C4	0,911	2,016	0,100 ^{ns}
C5	0,931	1,541	0,198 ^{ns}
C6	0,903	2,226	0,073 ^{ns}
D1	0,873	3,009	0,023*
D2	0,898	2,362	0,060 ^{ns}
D4	0,734	7,537	0,000**
D5	0,827	4,354	0,003**
D6	0,890	2,567	0,044*
E1	0,805	5,014	0,001**
E2	0,917	1,884	0,121 ^{ns}
E4	0,696	9,058	0,000**
E5	0,837	4,034	0,005**
E6	0,842	3,906	0,006**

Keterangan: ns: tidak berbeda; *: Berbeda nyata; **: berbeda sangat nyata

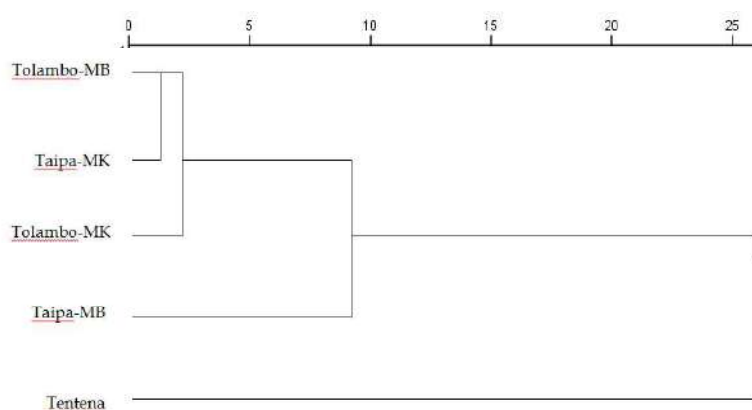
Keragaan molekuler

Hasil pemindaian DNA melalui amplifikasi PCR lima sampel (1. Tolambo-MB, 2. Tolambo-MK, 3. Taipa-MK, 4. Tentena, 5. Taipa-MB) dan

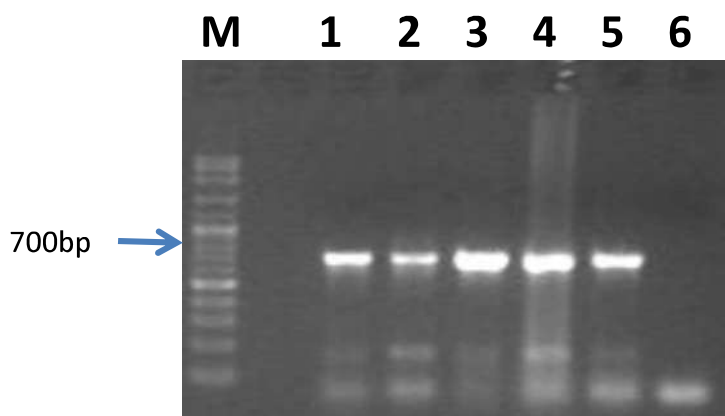
tri tiga populasi (Tolambo, Taipa, dan Tentena) menunjukkan adanya keragaman kecil seperti terlihat pada Gambar 4.

Tabel 3. Nilai percampuran fenotipe morfometrik dalam dan antar populasi (%) yang menunjukkan andil gen (*sharing component*) berdasarkan analisis diskriminan

Lokasi	Tolambo-MB	Tolambo-MK	Taipa-MK	Tentena	Taipa-MB	Total
Tolambo-MB	55	35	10	0	0	100
Tolambo-MK	10	80	10	0	0	100
Taipa-MK	30	10	45	0	15	100
Tentena	0	0	0	100	0	100
Taipa-MB	12,5	0	50	0	37,5	100



Gambar 3. Dendrogram jarak genetik antarpopulasi ikan rono di Danau Poso dengan menggunakan analisis *cluster euclidean distance* dari rata-rata karakter antarpopulasi ikan rono di Danau Poso. Keterangan: Tolambo-MB: Tolambo Mata Besar; Tolambo-MK: Tolambo Mata Kecil; Taipa-MK: Taipa Mata Kecil; Taipa-MB: Taipa Mata Besar.



Gambar 4. Hasil pemindaian DNA sampel ikan rono dari tiga populasi yang berbeda. M. Ladder 100bp (Vivantis). 1. Tolambo-MB, 2. Tolambo-MK, 3. Taipa-MK, 4. Tentena, 5. Taipa-MB, 6. Kontrol negatif.

Dari hasil analisis sekuensing DNA dihasilkan urutan nukleotida hasil peruntukan nukleotida antar lima sampel berbeda yang berasal dari tiga populasi yang dilakukan di First Base, Ltd Ma-

laysia. Dari hasil tersebut selanjutnya dibuat penyejajaran nukleotida (*alignment*) dengan metode Clustal Wallis seperti terlihat pada Gambar 5.

4.Tentena	TAGTTGGCACCGCTCTAAGCCTACTCATCCGAGCGGAACTAAGCCAGCCTGGCTCTTTGC
5.Taipa-MB	TAGTTGGCACCGCTCTAAGCCTACTCATCCGAGCGGAACTAAGCCAGCCTGGCTCTTTGC
3.Taipa-MK	TAGTTGGCACCGCTCTAAGCCTACTCATCCGAGCGGAACTAAGCCAGCCTGGCTCTTTGC
1.Tolambo-MB	TAGTTGGCACCGCTCTAAGCCTACTCATCCGAGCGGAACTAAGCCAGCCTGGCTCTTTGC
2.Tolambo-MK	TAGTGGGCACCGCTCTAAGTCTACTCATCCGGGCAGAACTAAGCCAGCCTGGCTCTTTAC ****.*****.*****.***.*****.*****.*
4.Tentena	TAGTTGGCACCGCTCTAAGCCTACTCATCCGAGCGGAACTAAGCCAGCCTGGCTCTTTGC
5.Taipa-MB	TAGTTGGCACCGCTCTAAGCCTACTCATCCGAGCGGAACTAAGCCAGCCTGGCTCTTTGC
3.Taipa-MK	TAGTTGGCACCGCTCTAAGCCTACTCATCCGAGCGGAACTAAGCCAGCCTGGCTCTTTGC
1.Tolambo-MB	TAGTTGGCACCGCTCTAAGCCTACTCATCCGAGCGGAACTAAGCCAGCCTGGCTCTTTGC
2.Tolambo-MK	TAGTGGGCACCGCTCTAAGTCTACTCATCCGGGCAGAACTAAGCCAGCCTGGCTCTTTAC ****.*****.*****.***.*****.*****.*
4.Tentena	TGGGTGACGACCAGATTTACAACGTGATCGTCACTGCACATGCCTTTGTTATAATCTTTT
5.Taipa-MB	TGGGTGACGACCAGATTTACAACGTGATCGTCACTGCACATGCCTTTGTTATAATCTTTT
3.Taipa-MK	TGGGTGACGACCAGATTTACAACGTGATCGTCACTGCACATGCCTTTGTTATAATCTTTT
1.Tolambo-MB	TGGGTGACGACCAGATTTACAACGTGATCGTCACTGCACATGCCTTTGTTATAATCTTTT
2.Tolambo	TGGGCGACGACCAGATCTATAAATTGGAGGCTTCGTACAGCACATGCCTTCGTATATCTTTT ****.*****.***.*****.*****.*****.***.*****
4.Taipa-MB	TTATAGTAATGCCAATTATAATCGGAGGCTTTGGGAACTGACTGATTCCGTTGATGCTCG
5.Tentena	TTATAGTAATGCCAATTATAATCGGAGGCTTTGGGAACTGACTGATTCCGTTGATGCTCG
3.Taipa-MK	TTATAGTAATGCCAATTATAATCGGAGGCTTTGGGAACTGACTGATTCCGTTGATGCTCG
1.Tolambo-MB	TTATAGTAATGCCAATTATAATCGGAGGCTTTGGGAACTGACTGATTCCGTTGATGCTCG
2.Tolambo-MK	TTATAGTAATGCCAATTATAATCGGAGGCTTTGGCAACTGACTGGTTCCGTTAATGCTCG *****.*****.*****.*****.*****
4.Tentena	GCGCCCCGACATAGCATTTCTCGGATGAATAACATAAGCTTTTGACTTCTGCCCCCTT
5.Taipa-MB	GCGCCCCGACATAGCATTTCTCGGATGAATAACATAAGCTTTTGACTTCTGCCCCCTT
3.Taipa-MK	GCGCCCCGACATAGCATTTCTCGGATGAATAACATAAGCTTTTGACTTCTGCCCCCTT
1.Tolambo-MB	GCGCCCCGACATAGCATTTCTCGGATGAATAACATAAGCTTTTGACTTCTGCCCCCTT
2.Tolambo-MK	GCGCACCAGACATAGCATTTCTCGGATAAATAACATAAGCTTTTGACTCCTGCCCCCTT ****.***.*****.*****.*****.*****.*****
4. Tentena	CCTTTCTTCTTCTTTTGGCTTCCTCCGAGTAGAAGCAGGGGCGGGTACGGGGTGAACAG
5. Taipa-MB	CCTTTCTTCTTCTTTTGGCTTCCTCCGAGTAGAAGCAGGGGCGGGTACGGGGTGAACAG
3.Taipa-MK	CCTTTCTTCTTCTTTTGGCTTCCTCCGAGTAGAAGCAGGGGCGGGTACGGGGTGAACAG
1.Tolambo-MB	CCTTTCTTCTTCTTTTGGCTTCCTCCGAGTAGAAGCAGGGGCGGGTACGGGGTGAACAG
2.Tolambo-MK	CCTTTCTTCTTCTTTTGGCTTCGTACAGGAGTAGAGGCGGGGCGAGGCACGGGGTGAACAG *****.*****.***.*****.***.*****.*****
4.Tentena	TATATCCCCGCTGTCAGGCAACCTGGCCCATGCTGGGGCATCCGTGGACCTGACAATCT
5.Taipa-MB	TATATCCCCGCTGTCAGGCAACCTGGCCCATGCTGGGGCATCCGTGGACCTGACAATCT
3.Taipa-MK	TATATCCCCGCTGTCAGGCAACCTGGCCCATGCTGGGGCATCCGTGGACCTGACAATCT
1.Tolambo-MB	TATATCCCCGCTGTCAGGCAACCTGGCCCATGCTGGGGCATCCGTGGACCTGACAATCT
2.Tolambo-MK	TGTACCCCCCTCTGTCTGGTAACCTGGCCCATGCTGGGGCATCCGTGGACCTAACAATCT *.***.*****.*****.***.*****.*****.*****
4. Tentena	TCTCCCTTCATCTTGCCGGTGCTCCTCTATCCTAGGGGCTATTAATTTTATTACCACAA
5.Taipa-MB	TCTCCCTTCATCTTGCCGGTGCTCCTCTATCCTAGGGGCTATTAATTTTATTACCACAA
3.Taipa-MK	TCTCCCTTCATCTTGCCGGTGCTCCTCTATCCTAGGGGCTATTAATTTTATTACCACAA
1.Tolambo-MB	TCTCCCTTCATCTTGCCGGTGCTCCTCTATCCTAGGGGCTATTAATTTTATTACCACAA
2.Tolambo-MK	TCTCCCTCCATCTTGCCGGGTTTCATCTATCCTGGGGGCCATTAATTTTATTACCACGA *****.*****.***.***.*****.*****.*****.*
4.Tentena	TTATTAACATAAAAACCCCTGCTATTTCTCAGTACCAGACGCCCTCTTCGTCTGGTCTG
5.Taipa-MB	TTATTAACATAAAAACCCCTGCTATTTCTCAGTACCAGACGCCCTCTTCGTCTGGTCTG
3.Taipa-MK	TTATTAACATAAAAACCCCTGCTATTTCTCAGTACCAGACGCCCTCTTCGTCTGGTCTG

```

1.Tolambo-MB      TTATTAACATAAAACCCCTGCTATTTCTCAGTACCAGACGCCCTCTTCGTCTGGTCTG
2.Tolambo-MK      TTATTAATATAAAACCCCTGCTATCTCCCAGTACCAGACGCCCTTTTCGTCTGGTCTG
*****.*****.***.*****.*****

4.Tentena         TGTTAATTACCGCGTTTTACTCCTTCTTTCCCTTCCGGTGTGGCCGCGGGAATCACCA
5.Taipa-MB        TGTTAATTACCGCGTTTTACTCCTTCTTTCCCTTCCGGTGTGGCCGCGGGAATCACCA
3.Taipa-MK        TATTAATTACCGCGTTTTACTCCTTCTTTCCCTTCCGGTGTGGCCGCGGGAATCACCA
1.Tolambo-MB      TGTTAATTACCGCGTTTTACTCCTTCTTTCCCTTCCGGTGTGGCCGCGGGAATCACCA
2.Tolambo-MK      TATTAATTACCGCGCTTACTCCTTCTATCCCTTCCGGTGTGGCCGCGGGAATTACCA
*.*****.*****:*****.*****

4.Tentena         TGCTCCTAACAGACCGTAATTTAAACACAACATTCTTCGACCCGGCTGGCGGGGGG
5.Taipa-MB        TGCTCCTAACAGACCGTAATTTAAACACAACATTCTTCGACCCGGCTGGCGGGGGG
3.Taipa-MK        TGCTCCTAACAGACCGTAATTTAAACACAACATTCTTCGACCCGGCTGGCGGGGGG
1.Tolambo-MB      TGCTCCTAACAGACCGTAATTTAAACACAACATTCTTCGACCCGGCTGGCGGGGGG
2.Tolambo-MK      TGCTCCTAACAGACCGTAATTTGAACACAACATTCTTCGACCCGGCTGGCGGGGGG
*****.*****.*****

```

Gambar 5. Penyejajaran nukleotida (alignment) dengan metoda Clustal Wallis hasil analisa sekuens DNA ikan rono dari sampel Tolambo-MK; Tolambo-MB; Taipa-MK; Tentena; dan Taipa-MB

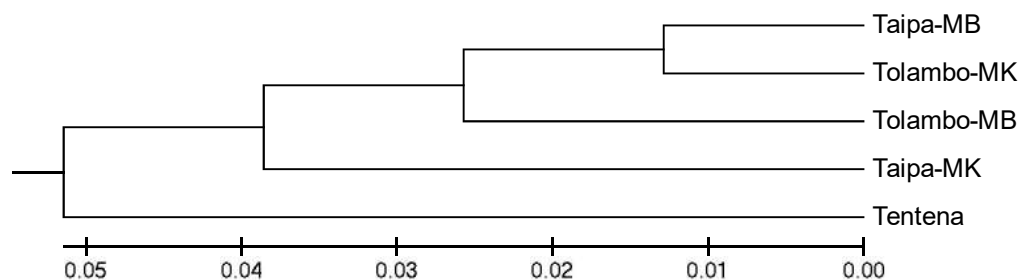
Matriks hubungan kedekatan antarsampel populasi berdasar hasil sekuensing DNA yang menunjukkan *sharing allele* dari sampel populasi yang berbeda terlihat pada Tabel 4. Tabel ini memberi gambaran bahwa kedekatan antarpopulasi dapat dipertanggungjawabkan secara genetik dengan adanya ekspresi DNA. Semakin tinggi

nilai hubungan antara dua populasi menunjukkan semakin tinggi persamaan persamaan produk gen yang dikontrol oleh gen yang sama.

Hasil analisis sekuensing nukleotida setelah mengalami perunutan dan penyejajaran (*alignment*) juga menunjukkan keeratan hubungan yang berbeda antarpopulasi (Gambar 6).

Tabel 4. Matrik identitas tingkat homologi sekuens COI (%) hasil sekuensi DNA yang menunjukkan keeratan hubungan antar populasi ikan rono di Danau Poso

	Tolambo-MB	Taipa-MK	Taipa-MB	Tentena	Tolambo-MK
Tolambo -MB	-				
Taipa-MK	99,83	-			
Taipa MB	100	99,83	-		
Tentena	100	99,83	100	-	
Tolambo-MK	92.11	92,28	92,11	92,11	-



Gambar 6. Dendrogram berdasarkan hasil sekuensing DNA dari lima sampel pada tiga populasi yang berbeda yang menunjukkan hubungan kedekatan gen antarpopulasi

Pembahasan

Keragaman morfometrik ikan rono membentuk dua kelompok yang berbeda secara nyata di antara populasi yang diamati. Pada Gambar 2 terlihat adanya pemisahan teritorial antarpopulasi menjadi dua kelompok besar yang terpisah. Kelompok satu yang berada pada kuadran satu dan kuadran empat yang meliputi empat sampel yaitu populasi-3 (Taipa-MK), populasi-5 (Taipa-MB), populasi-1 (Tolambo-MB) dan populasi -2 (Tolambo-MK). Pada kelompok dua berada pada kuadran 2 dan 3 meliputi populasi-4 (Tentena). Secara morfometrik bangun tubuh ikan rono populasi Tentena memiliki beberapa perbedaan yang signifikan dibanding dengan populasi Taipa dan Tolambo sehingga terpisah.

Perbedaan bentuk secara morfologi dan juga secara molekuler tersebut mengindikasikan adanya adaptasi habitat yang memberi kesan adanya aktivitas gen kelenturan fenotipik yang bekerja pada masing-masing kelompok terutama pada populasi Tentena. Hasil analisis karakter dapat dikelompokkan kedalam tiga karakter yang berbeda.

Kelompok pertama merupakan karakter dasar semua populasi yang mencakup 12 karakter (46,15%) yaitu semua karakter yang tidak berbeda (ns). Semua karakter dalam kelompok ini akan menjadi bentuk dasar ketiga populasi yang dianalisis.

Kelompok kedua adalah meliputi semua karakter ketiga lokasi yang berbeda (*) yang meliputi 3 karakter (11,54%). Karakter yang masuk dalam kelompok ini merupakan karakter yang perubahannya belum terlalu permanen dan kemungkinan masih akan berubah sesuai dengan kondisi ruang dan waktu.

Kelompok ketiga adalah karakter yang berbeda sangat nyata (**) yang meliputi 11 karakter *truss* (42,31%) dan akan menjadi penciri bentuk

husus populasi sebagai hasil adaptasi terhadap lingkungan tertentu.

Menurut Kirkpatrick & Selander (1979) dan Stauffer & Gray (2004), perbedaan bentuk tubuh adalah hasil revolusi sedikit gen yang berhubungan dengan lingkungan setempat dan bentuk aksi gen kelenturan fenotipik yang belum merupakan kanalisasi ataupun spesiasi. Dengan demikian perbedaan bentuk bangun tubuh yang terjadi pada populasi Tentena dengan populasi lain belum mengarah pada perbedaan spesies.

Komponen *truss* yang membangun bentuk tubuh tersebut dapat memiliki nilai yang sama dengan karakter pada populasi lain (ns) sehingga membentuk bangun tubuh secara utuh, kejadian ini disebut *sharing component* atau *sharing allele*. Komponen yang berupa jaringan ataupun organ yang akan memberikan bentuk tubuh yang khas masing-masing populasi adalah ekspresi sifat genetik yang diperankan oleh alel. Dari masing-masing populasi dapat dilihat *sharing component* kepada populasi lain.

Rataan karakter seperti pada Tabel 1, karena ukuran garis *truss* sudah terkoreksi dengan panjang total, keragaman ukuran sampel tidak memengaruhi bentuk bangun tubuh dasar masing-masing populasi. Karakter tersebut secara keseluruhan akan membentuk bangun tubuh ikan yang berbeda-beda antarpopulasi sesuai dengan kemampuan adaptasi terhadap lingkungan yang berbeda; dan setiap perubahan ditunjukkan oleh perbedaan ukuran garis *truss*. Dengan demikian adanya perbedaan bentuk bangun tubuh antarpopulasi memberikan gambaran bahwa masing-masing populasi telah mengembangkan keragaman sebagai respons terhadap lingkungan (Via & Lande 1985).

Pada Gambar 3. terlihat bahwa populasi Tentena membentuk bangun tubuhnya secara mandiri tidak memperoleh komponen dari popu-

lasi lain, kecuali karakter umum. Dari dendrogram yang terbentuk dapat dijelaskan bahwa populasi *Tentena* mempertahankan bentuk dasar, sedangkan populasi lain beradaptasi dan merubah karakternya sesuai dengan lingkungannya. Namun dari sisi lain, populasi *Tentena* mungkin berkembang secara spesifik menyesuaikan lingkungannya yang merupakan daerah pembuangan Danau Poso.

Menurut Reiss & Grothues (2015), perubahan bentuk musiman dan hubungannya dengan variasi pola warna, kematangan seksual dan karakter morfologi, fisiologi dengan tingkah lakunya dapat dipengaruhi oleh kondisi ketinggian air. Sebagai contoh variasi morfologi pada *C. temensis* sebenarnya ditujukan untuk memperkirakan bahwa perbedaan karena spesies, subspecies atau suatu efek dari perbedaan kelamin. Selain itu perbedaan bangun tubuh ada hubungannya dengan pola penimbunan lemak dan penggunaannya, sedangkan perbedaan warna pada ikan tersebut ada hubungannya dengan musim kematangan gonad (Reiss *et al.* 2012).

Menurut definisi Kendal (1977), bentuk bangun tubuh adalah semua informasi geometrik yang ada tanpa pengaruh lokasi, sisik dan rotasi. Perubahan pada bentuk tubuh dapat dihitung jika dipisahkan dengan ukuran dan pengaruh alometrik. Sebagian besar variasi dikarenakan penimbunan lemak pada daerah yang spesifik (Arrington *et al.* 2002) dan terdapat sel adipose, implikasinya peningkatan penimbunan energi pada jaringan tersebut yang bertanggung jawab pada perubahan bentuk. Perubahan bentuk ada hubungannya dengan perkembangan pola warna dari tipis, bentuk hidrodinamis dari awal kematangan gonad dan hingga bentuk ekstrem pada stadia akhir kematangan gonad.

Pada Tabel 2 keragaman karakter garis (*truss line*) bisa berarti akan mengarah kepada

perbedaan bentuk antarpopulasi sesuai dengan habitat yang ditempati. Berhubungan dengan pola temporal dalam skala besar dari variasi habitat, menurut Junk *et al.* (1989) dan Jepsen *et al.* (1999), bentuk tubuh populasi ikan mempunyai hubungan yang erat dengan siklus pasang surut air. Menurut Reiss *et al.* (2012), perubahan morfologi berhubungan dengan aspek mekanis bentuk anatomi hingga tingkah laku suatu organisme yang bisa saja dipengaruhi oleh musim atau kelimpahan air atau perubahan lingkungannya (Reis & Grothues 2015).

Keeley *et al.* (2006) menjelaskan bahwa kondisi lingkungan dan perbedaan tipe ekologi (ekotipe) dapat memberikan proporsi perbedaan yang signifikan terhadap morfologi. Sehubungan dengan adanya perubahan lingkungan, maka perubahan genetik dapat berjalan seiring sesuai dengan intensitas lingkungannya. Hard *et al.* (1999) menjelaskan bahwa hubungan keragaman fenotipik terhadap radiasi adaptif dicapai melalui dua cara yakni dasar genetik dan konsekuensi *fitness* populasi dari variasi fenotipik. Artinya jika variasi fenotipik tersebut memberikan pengaruh yang nyata terhadap sintasan populasi, maka perubahan bentuk akan terus berlanjut.

Perbedaan morfologi tingkah laku atau daur hidup diantara populasi dihasilkan secara kombinasi dari respons kelenturan yang adaptif hingga lingkungan heterogen yang ekstrem. Contohnya ikan salmon (*Onchorynchus myckis*) yang memiliki keragaman morfologi dan tingkah laku yang berbeda. Adaptasi terhadap jenis makanan juga memberikan perbedaan morfologi yang signifikan. Misalnya ikan salmon yang memakan ikan, maka mulutnya akan berukuran lebih besar. Hal ini memberikan bukti bahwa perubahan berbasis genetik terhadap variasi morfologi berhubungan dengan lingkungan. Wademeyer (2001) menjelaskan bahwa fenotipe merupakan hasil interaksi

antara genetik dan lingkungan. Artinya bahwa morfologi yang terbentuk merupakan hasil ekspresi genetik pada lingkungan tertentu. Menurut Arifin *et al.* (2015), variasi yang terdapat pada masing-masing karakter fenotipe bersifat tetap, merupakan ekspresi dari hasil interaksi antara genetik dan lingkungan.

Nilai percampuran komponen antarpopulasi (Tabel 2 dan Tabel 3) menunjukkan ekspresi gen dari alel yang sama antarpopulasi. Dengan demikian *sharing component* dari masing-masing populasi untuk populasi lainnya adalah karena terdapatnya alel yang sama antarpopulasi yang berbeda. Alel yang sama mengekspresikan jaringan atau organ yang sama dan membentuk karakter *truss line* yang sama. Jika ini terjadi pada semua populasi yang diamati berarti *sharing component* akan membentuk bentuk dasar spesies tersebut dalam semua populasi (Hadie *et al.* 2002).

Jarak genetik sebagai hasil penghitungan matriks karakter *truss* memberikan pemisahan antarpopulasi sampel yang diamati. Pemisahan secara genetik ini dimungkinkan oleh adanya *sharing allele* pada karakter *truss* antarpopulasi (Suparyanto *et al.* 1999). Gambar 3 dapat membantu seberapa erat atau jauh hubungan antarpopulasi atau dengan kata lain seberapa besar kesamaan atau perbedaan karakter *truss* satu populasi dengan populasi lain. Populasi 4 yang berasal dari Tentena secara morfometrik terlihat terpisah dari populasi lain. Hal demikian bisa terjadi karena kondisi lingkungan setempat, seperti kondisi air atau ketersediaan pakan alami (Keeley *et al.* 2006).

Perbedaan morfologi juga dapat dikarenakan oleh mekanisme gen kelenturan fenotipik (*phenotypic plasticity gene*) dapat dilihat sebagai variasi baik aditif maupun non aditif (Hadie *et al.* 2004). Kelenturan fenotipik, adalah kemampuan suatu individu atau genotipe untuk menghasilkan

lebih dari satu alternatif bentuk morfologi, status fisiologis dan atau tingkah laku sebagai respons terhadap perubahan kondisi lingkungan (West-Eberhard, 1989; Via, 1993; Scheiner & Lyman, 1989; Schneider *et al.* 2014). Keragaman atau variasi pada morfologi diantara ikan salmon secara kuat dipengaruhi oleh perbedaan genetik 52,7% sedangkan oleh ekotipe hanya 7,3%. Penerapannya menurut Robinson & Parsons (2002), banyak keragaman diantara koleksi ikan di alam dipengaruhi oleh dasar genetik yaitu kelenturan fenotipik sebagai respons perbedaan lingkungan. Kelenturan fenotipik juga ikut meningkat sebagai sumber variasi dalam karakter morfologi yang diamati diantara dan antarpopulasi. Laporte *et al.* (2016) dalam penelitiannya juga menghasilkan kesimpulan bahwa bentuk ikan berubah sebagai respons terhadap aliran air tanpa perubahan kecepatan tumbuhnya. Ikan dengan kecepatan aliran tinggi akan terlihat ramping dengan sirip ekor yang lebih panjang. Kandidat gen yang memiliki beberapa kategori fungsional ini memainkan peranan yang dinamis terhadap pola ekspresi gen yang secara konsisten menghasilkan morfologi yang beragam dan diduga ikut andil dalam memulai kelenturan fenotipik.

Gambar 6 juga memberikan informasi yang menarik sehubungan dengan kedekatan populasi dan alur aliran gen antarpopulasi. Tingkat homologi nukleotida dari lima sampel (Tabel 4) memperlihatkan tingkat kesamaan yang tinggi. Hal ini memperlihatkan bahwa antarpopulasi dari tiga lokasi yang berbeda masih mempertahankan gen dasar yang sama, atau dengan kata lain belum menunjukkan karakter gen yang berbeda antar ketiga lokasi tersebut.

Perubahan secara morfologi dan genetika pada umumnya seiring, namun laju perubahannya tidak linier. Pada umumnya perubahan morfologi jauh lebih cepat dibanding dengan peru-

bahan secara genetika. Perubahan yang awal terjadi adalah kelenturan fenotipik (*phenotypic plasticity*) sebagai tahapan adaptasi terhadap perubahan lingkungan (Schlichting & Pigliucci 1995). Kelenturan dapat berkembang dengan cepat setelah kolonisasi lingkungan baru sebagai respons terhadap perubahan lingkungan atau pemanfaatan sumber daya (Muschick *et al.* 2011). Hal yang sama juga terjadi pada populasi ikan rono di Danau Poso. Ada perubahan bangun tubuh yang berbeda terutama populasi Tentena dengan populasi lainnya, namun demikian secara genetik jarak genetiknya rendah. Pola demikian berlaku bagi beberapa hewan akuatik termasuk ikan, gastropoda, dan krustasea (Parson 1997) yang juga dapat digunakan sebagai mekanisme bertahan terhadap predator (Dodson 1989, Holopainen *et al.* 1997).

Implikasi keragaman genetik untuk konservasi

Kondisi populasi ikan rono di Danau Poso saat ini berdasarkan hasil evaluasi secara morfometrik dan molekuler dapat digunakan sebagai acuan dalam menyusun strategi konservasi ikan tersebut. Secara morfometrik ketiga populasi Tolambo, Taipa, dan Tentena masih memiliki kesamaan bentuk bangun tubuh sebesar 46,15% (12 karakter dari 26 karakter yang dianalisis). Artinya bahwa ketiga populasi tersebut masih mempertahankan 12 karakter (*truss line*) sebagai bentuk dasar ikan rono di Danau Poso. Namun demikian secara molekuler, tingkat homologi nukleotida ketiga populasi berkisar antara 92,11% dan 100%. Artinya perubahan bentuk hanya merupakan adaptasi dari kondisi lingkungan setempat tanpa merubah keragaman genetik secara nyata atau dengan perkataan lain, perubahan genetik belum mengarah kepada spesiasi. Nilai percampuran (*sharing component*) pada Tabel 4 memperlihatkan adanya andil karakter sebesar 10-

30% antara populasi Taipa dan Tolambo sedangkan populasi Tentena tidak memberi andil kepada populasi lainnya.

Oleh karena itu strategi konservasi ikan rono sebagai ikan endemik diharapkan bisa mengembalikan kepada bentuk dasar ikan rono dengan unggun gen (*gene pool*) yang utuh. Cara pertama yang dapat ditempuh adalah dengan membuat pemijahan silang antarpopulasi secara terkontrol dengan nilai N_e minimal 500 yang dilakukan secara *in situ*. Cara kedua yaitu mengintroduksi induk antarpopulasi sebanyak 1000 ekor dengan perbandingan betina dan jantan 1:1, dari populasi Tentena ke populasi Taipa dan Tolambo dan sebaliknya. Cara ketiga adalah kegiatan domestikasi *ex situ* dengan mengingat standar induk minimal >500 ekor dan selanjutnya melakukan penebaran kembali (restocking).

Strategi konservasi suatu jenis, termasuk jenis endemik seperti halnya ikan rono memerlukan pendekatan yang menyeluruh meliputi faktor nilai intrinsik maupun nilai ekstrinsik, namun unsur utama yang tetap diperhatikan adalah keragaman genetik dan aliran gen antarpopulasi. Ikan rono sebagai ikan endemik di Danau Poso (Gundo *et al.* 2015), membutuhkan perhatian khusus dan untuk mempertahankan populasi lestariannya diperlukan perhatian para pihak. Strategi konservasi ikan rono dapat dilakukan secara *in-situ* dan *ex-situ*. Konservasi *in-situ* meliputi perlindungan populasi/habitat, pemijahan buatan dan mempertahankan aliran gen antarpopulasi, sedangkan konservasi *ex situ* memerlukan komponen pemijahan buatan, restocking terprogram, pertukaran gen antarpopulasi dan introduksi ikan rono ke danau lain yang memiliki tipe yang sama. Kedua macam strategi konservasi tersebut perlu didukung aspek legal seperti Undang-undang, Peraturan Pemerintah, dan Peraturan Daerah.

Konservasi *ex-situ* memerlukan pemijahan ikan secara alami maupun buatan di luar habitatnya. Untuk memelihara aliran gen antarpopulasi pada konservasi *ex-situ* dapat dilakukan dengan penebaran silang antarpopulasi dari hasil pemijahan buatan. Pada konservasi *in-situ*, untuk mempertahankan keragaman genetik secara total maka pemijahan secara komunal dapat dilakukan sehingga pertukaran gen antarpopulasi yang berbeda dapat berjalan dengan baik. Namun demikian jumlah induk efektif (*effective breeding number*/ N_e) yang digunakan untuk pemijahan secara komunal harus memadai secara ilmiah agar tidak terjadi hanyutan gen (*genetik drift*) yang menyebabkan *bottle neck* (Falconer & Mackay 1996).

Ketentuan jumlah induk yang digunakan dalam upaya mempertahankan keragaman genetik ikan di perairan sangat berbeda dipengaruhi oleh jenis ikan, cara reproduksi, dan kemudahan perjumpaan untuk kawin dalam kerabat dekat. Berbeda dengan ikan air tawar, diduga ikan laut tidak mungkin memijah dengan kerabat dekat karena efek penyebaran populasi yang sangat luas dan kecenderungan gerakan atau percampuran reproduktif yang rendah. Jumlah induk yang efektif (N_e) di alam untuk waktu 1-2 tahun sangat kecil, tercatat berkisar antara 65 dan 289 individu (O'Leary *et al.* 2013).

Di alam bebas jumlah secara pasti berapa ekor induk efektif untuk memelihara keragaman gen dalam populasi dipengaruhi oleh spesies, tipe kawin, pergerakan populasi dan luasan perairan. Jika pemijahan dilakukan secara *ex situ* atau pemijahan buatan, maka jumlah individu sangat bervariasi antara 50-1000 ekor dengan nisbah kelamin betina dan jantan 1:1. Jumlah induk efektif untuk mempertahankan keragaman gen adalah: 50-500 ekor (Primark *et al.* 1998), 263-685 ekor (Tave 1986), 500 ekor (FAO/UNEP

1981), 1000 ekor (US Fish and Wildlife Service 1984), 200 ekor (Kincaid 1977) dengan tujuan untuk mengurangi laju silang dalam (Falconer & Macay 1996).

Spesies langka dan endemik dapat menjadi indikator yang baik untuk memantau keberhasilan manajemen keanekaragaman hayati di kawasan lindung (Burlakova *et al.* 2014). Kombinasi antara kelimpahan informasi dan status langka tidaknya biota adalah alat yang sangat berguna untuk menunjukkan kegagalan atau keberhasilan dalam manajemen konservasi, tetapi juga untuk menunjukkan tindakan konservasi yang lebih efektif. Tantangan selanjutnya bagi ikan rono sebagai spesies endemik di danau Poso adalah introduksi spesies. Introduksi spesies eksogenus kedalam komunitas ekologi, mengakibatkan beberapa spesies yang umum terganggu dan jarang terjadi, pola konsisten dari taksa tersebut dalam suatu ekosistem (Magurran 2004, Magurran & Handerson 2010).

Spesies endemik dapat menjadi indikator yang baik dari populasi unik misalnya dengan banyak taksa yang langka dan juga dapat digunakan sebagai spesies kunci dalam upaya konservasi (Burlakova *et al.* 2011). Artinya jika spesies kunci ini hilang, maka proses ekosistem yang rentan juga menjadi tidak berarti, menunjukkan bahwa spesies yang jarang (*rare*) dapat mempengaruhi ketahanan ekosistem dan resiliensi jangka panjang (Smith & Knapp 2003).

Ketika menetapkan kawasan konservasi, indikator kelangkaan dapat digunakan untuk memantau perubahan pola keanekaragaman hayati dalam skala ruang dan waktu, ini dapat menunjukkan kegagalan atau keberhasilannya dalam pengelolaan konservasi. Daerah yang dilindungi dan tersedia indikator ekologis biasanya keberhasilan konservasi akan semakin tinggi. Namun demikian informasi dasar tentang keberadaan

dan persebaran spesies, serta tingkat kelangkaan dan endemisitas juga harus dimiliki. Sayangnya data seperti itu masih langka di daerah konservasi prioritas di Brasil (Teshima *et al.* 2015). Hal ini dapat digunakan sebagai contoh untuk menyusun strategi konservasi sumber daya ikan di Indonesia.

Beberapa penelitian telah secara konsisten mendokumentasikan bagaimana pengaruh kondisi lingkungan terhadap kekayaan spesies dan kelimpahannya (Walsh *et al.* 2005, Casatti & Castro 2006, Teresa & Casatti 2012). Manfaatnya mempertahankan atau mempromosikan heterogenitas lingkungan menjadi prioritas manajemen dalam rangka meningkatkan probabilitas species persistens dan spesialis. Endemisme dapat menjadi indikator yang baik bagi struktur populasi (Burlakova *et al.* 2011). Jika suatu spesies memiliki daerah persebaran yang rendah itu mungkin menunjukkan kebiasaan spesialis, sehingga spesies ini akan rentan terhadap hilangnya daerah habitat dari keperluan antropogenik. Rendahnya keragaman genetik mengakibatkan *fitness* yang rendah di masa depan, karena tidak mampu bertahan pada perubahan lingkungan akibat dampak yang ditimbulkan manusia, spesies asing invasif eksotis atau perubahan iklim. Evaluasi hal lain tentang spesies endemik terkait dengan persebaran, kelimpahan atau biomassa dapat membantu mengarahkan program konservasi yang lebih efektif untuk melestarikan kelompok spesies.

Simpulan

Populasi ikan rono di Danau Poso secara morfometrik dan molekuler memiliki keragaman yang berbeda. Secara morfometrik terdapat 12 karakter (46,15%) menjadi karakter dasar dari tiga populasi, sebanyak tiga karakter (11,54%) diduga akan menjadi karakter yang beradaptasi

terhadap lingkungan dan 11 karakter truss (42,31%) telah beradaptasi dengan lingkungan yang membedakan populasi satu dengan lainnya.

Secara molekuler populasi Tentena terpisah dari populasi lainnya yang berarti memiliki perbedaan dengan populasi lain pada tingkat DNA. Secara umum populasi Tentena memiliki keragaman populasi yang berbeda dengan populasi lain pada tingkat fenotipe dan genotipe. Strategi konservasi ikan rono perlu memulihkan kembali keragaman gen total/unggun melalui perkawinan silang antartiga populasi yang berbeda sehingga terjadi aliran gen dan memiliki unguun gen secara utuh, meningkatkan fitness dan menjaga populasi ikan rono sebagai jenis endemik tetap lestari.

Daftar pustaka

- Arifin OZ, Subagja J, Hadie W. 2015. Karakterisasi biometric tiga populasi ikan semah *Tor douronensis* (Valensiannes, 1842) dalam mendukung konservasi sumber daya genetik. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 15(2): 143-154.
- Arrington DA, Winemiller KO, Davidson BK, Lyman AC. 2006. Influence of life history and seasonal hydrology on lipid storage in three Neotropical fish species. *Journal of Fish Biology*, 68(5): 1347-1361.
- Burlakova LE, Karatayev, AY, Pennuto C, Mayer C. 2014. Changes in Lake Erie benthos over the last 50years: Historical perspectives, current status, and main drivers. *Journal of Great Lakes Research*, 40(3): 560-573
- Burlakova LE, Karatayeva AY, Karatayev VA, Mayd ME, Bennette DL, Cooke MJ. 2011. Endemic species: Contribution to community uniqueness, effect of habitat alteration, and conservation priorities. *Biological Conservation*, 144(1): 155-165.
- Dodson S. 1989. Predator-induce reaction norms. *Bioscience*, 39(7): 447-452.
- Falconer DS, Mackay TFC. 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*. 4th Ed. Longman, Malaysia. 464 p.
- FAO/UNEP. 1981. Conservation of the genetics resources of fish: Problems and recommendations. Report of the expert consultation on the genetic resources of fish. Rome, 9-13

- June 1980. *FAO Fisheries Technical Paper* No. 217: 43 p.
- Casatti L, Castro RMC. 2006. Testing the ecomorphological hypothesis in a headwater riffles fish assemblage of the rio São Francisco, southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 4(2): 203-214.
- Gundo MT, Rahardjo MF, Lumban Batu DTF, Hadie W. 2013. Dimorfisme seksual dan mikroanatomi ovarium ikan endemik rono (*Adrianichthys oophorus*, Kottelat 1990) di Danau Poso Sulawesi Tengah. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 13(1): 55-65.
- Hadie W, Sumantadinata K, Carman O, Hadie LE. 2002. Pendugaan jarak genetik populasi udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) dari Sungai Musi, Sungai Kapuas, dan Sungai Citanduy dengan truss morphometric untuk mendukung program pemuliaan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 8(2): 1-8.
- Hadie W, Sumantadinata K, Noor RR, Subandriyo, Carman O, Hadie LE. 2004. Kelenturan fenotipik udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) strain Musi, Barito, GIMacro, dan persilangannya pada lingkungan bersalinitas. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 10(5): 33-46.
- Hard JJ, Winans GA, Richardson JC. 1999. Phenotypic and genetic architecture of juvenile morphometry in chonook salmon. *Journal of Heredity*, 90(6): 597-606.
- Holopainen IJ, Aho J, Vornanen M, Huuskonen H. 1997. Phenotypic plasticity and predator effects on morphology and physiology of crucian carp in nature and in the laboratory. *Journal of Fish Biology*, 50(4): 781-798.
- IUCN. 2010. IUCN Red List of Threatened species. Version 2010.4. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Jepsen DB, Winemiller KO, Taphorn DC, Olarte DR. 1999. Age structure and growth of peacock chichlids from rivers and reservoirs of Venezuela. *Journal of Fish Biology*, 55(2): 433-450.
- Junk WP, Bayley PB, Spark RE. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: Dodge DP (editor). *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, Volume 106: 110-127.
- Keeley ER, Parkinson EA, Taylor EB. 2006. The origins of ecotypic variation of rainbow trout: a test of environmental vs. genetically based differences in morphology. *Journal of Evolutionary Biology*, 20(2): 725-736.
- Kendall D. 1977. The diffusion of shaped. *Advances in Applied Probability*, 9(3): 428-430.
- Kincaid HL. 1977. Rotational line crossing: An approach to the reduction of inbreeding accumulation in trout brood stocks. *Progressive Fish-Culturist*, 39(4): 179-181.
- Kirkpatrick M, Selander RK. 1979. Genetics of speciation in Lake Whitefishes in the Alleghash Basin. *Evolution*, 33(1): 478-485.
- Laporte M, Claude J, Berrebi P, Perret P, Magnan P. 2016. Shape plasticity in response to water velocity in the freshwater blenny *Salaria fluviatilis*. *Journal of Fish Biology*, 88(3): 1191-203.
- Magurran AE. 2004. *Measuring Biological Diversity*. John Wiley & Sons. Blackwell Science Ltd, Blackwell Publishing Company, Cowley Road, Oxford OX4 1JF, UK. 264 p.
- Magurran AE, Handerson PA. 2010. Temporal turnover and the maintenance of diversity in ecological assemblages. *Philosophical Transaction of Royal Society B*, 365: 3611-3620.
- Muschick M, Barluenga M, Salzburger W, Meyer A. 2011. Adaptive phenotypic plasticity in the Midas cichlid fish pharyngeal jaw and its relevance in adaptive radiation. *BMC Evolutionary Biology*, 11(116): 1-12.
- O' Leary SJ, Hice LA, Feldheim, KA, Frisk MG, McElroy AE, Fast MD, Chapman DD. 2013. Severe inbreeding and small effective number of breeders in a formerly abundant marine fish. *PLoS ONE*, 8(6): e66126.
- Parson KE. 1997. Role of dispersal ability in the phenotypic differentiation and plasticity of two marine gastropods. I. Shape. *Oecologia*, 110(4): 461-471.
- Primark RB, Supriatna J, Indrawan M, Kramadibrata P. 1998. *Biologi Konservasi*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta. 345 p.
- Rahardjo MF, Sjafei DS, Affandi R, Sulistiono. 2010. *Iktiologi*. Lubuk Agung. Bandung. 396 hlm.
- Rahardjo MF. 2015. Ikan endemik Danau Poso. Masyarakat Iktiologi Indonesia. <http://iktiologi-indonesia.org/ikan-endemik-danau-poso>. Diakses 1 Mei 2017.

- Reiss P, Grothues TM. 2015. Geometric morphometric analysis of cyclical body shape changes in color pattern variants of *Cicla temensis* Humboldt, 1821 (Perciformes: Cichlidae) demonstrates reproductive energy allocation. *Neotropical Ichthyology*, 13(1): 103-112.
- Reiss P, Able KW, Nunes MS, Hrbek T. 2012. Color pattern variation in *Cichla temensis* (Perciformes: Cichlidae): Resolution based on morphological, molecular, and reproductive data. *Neotropical Ichthyology*, 10(1): 59-70.
- Robinson BW, Parsons KJ. 2002. Changing times, spaces, and faces: tests and implications of adaptive morphological plasticity in the fishes of northern postglacial lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 59(11):1819-1833.
- SAS Institute Inc. 1997. *SAS User Guide: Statistics*, Version 6.12 Edition, Cary, NC. USA. 956 p.
- Scheiner SM, Lyman RF. 1989. The genetics of phenotypic plasticity. I. Heritability. *Journal of Evolutionary Biology*, 2(2): 95-107.
- Schlichting CD, Pigliucci M. 1995. Gene regulation, quantitative genetics and the evolution of reaction norms. *Journal of Evolutionary Ecology*, 9(2): 154-168.
- Schneider RF, Li Y, Meyer A, Gunter HM. 2014. Regulatory gene networks that shape the development of adaptive phenotypic plasticity in a cichlid fish. *Molecular Ecology*, 23(18): 4511-4526
- Schluter D. 2000. Ecological character displacement in adaptive radiation. *The American Naturalist*, 156(4): S4-S16
- Smith MD, Knapp A. 2003. Dominant species maintain ecosystem function with non-random species loss. *Ecology Letters*, 6(6): 509 – 517.
- Stauffer JR, Gray EVS. 2004. Phenotypic plasticity: its role in trophic radiation and explosive speciation in cichlids (Teleostei: Cichlidae). *Animal Biology*, 54(2): 137-158.
- Suparyanto A, Purwadaria T, Subandriyo. 1999. Pendugaan jarak genetik dan factor peubah pembeda bangsa dan kelompok domba di Indonesia melalui pendekatan analisa morfologi. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 4(1): 80-87.
- Tave D. 1986. *Genetics for Fish Hatchery Managers*. AVI. Publishing Company. 299 p.
- Teresa FB, Casatti L. 2012. Influence of forest cover and mesohabitat types on functional and taxonomic diversity of fish communities in Neotropical lowland streams. *Ecology of Freshwater Fish*, 21(3): 433-442.
- Teshima FA, Ferreira FC, Cetra M. 2015. Rarity status of endemic and vulnerable fish species in a Brazilian Atlantic Forest protected area. *Natureza Conservacio - Brazilian Journal of Nature Conservation*, 13(1): 67-73
- United State Fish and Wildlife Service. 1984. Minimum number of parents needed to protect genetic stability in fish brood stocks. US Government Printing Office.
- Via S, Lande R. 1985. Genotype-environment interaction and the evolution of phenotypic plasticity. *Evolution*, 39(3): 505-522.
- Via S. 1993. Regulatory genes and reaction norms. *The American Naturalist*, 142(2): 374-378.
- Wademeyer GA. 2001. *Fish Hatchery Management* 2nd ed. American Fisheries Society. Bethesda, MD. 733 p.
- Walsh CJ, Roy AH, Feminella JW, Cottingham PD, Groffman PM, Morgan RP. 2005. The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. *Journal of the North American Benthological Society*, 24(3): 706-723.
- Ward DR, Zemplak TS, Innes BH, Last PR, Herbert PDN. 2005. DNA barcoding Australia's fish species. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 360(1462): 1847-1857.
- West-Eberhard MJ. 1989. Phenotypic plasticity and the origins of diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20: 249-278

Biologi reproduksi ikan kembung lelaki, *Rastreliger kanagurta* (Cuvier, 1816) di perairan pesisir Takalar, Sulawesi Selatan

[Reproductive biology of Indian mackerel, *Rastreliger kanagurta* (Cuvier, 1816) in Takalar Coastal Waters, South Sulawesi]

Mauli Kasmi¹, Syamsul Hadi¹, Wayan Kantun^{2✉}

¹Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan, Jalan Poros Makassar Barru-Mandale Pangkep

²Sekolah Tinggi Teknologi Kelautan Balik Diwa, Jalan Perintis Kemerdekaan VIII Nomor 8 Makassar

Diterima: 5 Mei 2017; Disetujui: 18 Juli 2017

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati biologi reproduksi ikan kembung lelaki di perairan pesisir Takalar melalui perkembangan kematangan gonad, ukuran pertama matang gonad, musim pemijahan, indeks kematangan gonad (IKG), dan fekunditas. Pengambilan sampel dilakukan selama delapan bulan mulai Maret sampai Oktober 2015. Perkembangan kematangan gonad diamati secara morfologi. Musim pemijahan mengacu pada hasil pengamatan langsung terhadap gonad dengan mendata ikan kembung lelaki yang telah memijah. IKG dianalisis berdasarkan perbandingan antara bobot gonad dan bobot tubuh ikan kembung lelaki, sedangkan fekunditas dihitung dengan metode gravimetrik. Hasil analisis menunjukkan bahwa ikan kembung lelaki mengalami kematangan gonad sepanjang tahun dengan puncak terjadi pada bulan Juli dan Agustus. IKG berkisar 0,928-4,490. Ukuran ikan kembung lelaki betina kali pertama matang gonad adalah 21,18 cm dan jantan adalah 21,31 cm. Pemijahan terjadi setelah puncak kematangan gonad sehingga pada bulan berikutnya terjadi penurunan nilai indeks kematangan secara perlahan dan bertahap. Ikan kembung lelaki memiliki fekunditas total berkisar 11.235-40.878 butir.

Kata penting: fekunditas, kematangan gonad, pemijahan, *Rastreliger kanagurta*

Abstract

The objective of this research is to observe reproductive biology of Indian mackerel in Takalar coastal waters through gonad maturity development, the first size of mature gonad, spawning, gonado somatic index (GSI), and fecundity. Sampling was done for eight months started from March to October 2015. Gonad maturity stage was observed morphologically, spawning season focusing on direct observation result toward gonad by identifying Indian mackerel which has spawned. GSI was analyzed based on comparison between gonad weight and Indian mackerel weight while fecundity was observed by gravimetric method. Analysis result shows that Indian mackerel gonad maturity throughout the year with peak occurring in July and August. GSI was around 0,928-4,490. The first size of gonad mature of female Indian mackerel is 21,18 cm and male Indian mackerel is 21,31 cm. Spawning occurs after peak of gonad maturity so next month, value of maturity index decreases slowly and gradually. Indian mackerel has total fecundity around 11.235-40.878 granule.

Keywords: fecundity, gonad maturity, *Rastreliger kanagurta*, spawning.

Pendahuluan

Ikan kembung lelaki (*Rastreliger kanagurta*) merupakan salah satu ikan pelagis kecil yang banyak ditangkap oleh nelayan di Selat Makassar. Ikan ini ditangkap oleh nelayan dengan menggunakan alat tangkap pancing ulur, jaring insang, dan pukat cincin. Alat tangkap pukat cincin merupakan alat tangkap semi modern yang sampai saat ini hanya sedikit nelayan yang mengoperasikan di Selat Makassar dengan pertimbangan

biaya operasional yang terlalu tinggi. Nelayan lebih memilih pancing ulur dan jaring insang yang merupakan alat tangkap tradisional dengan rancangan dan konstruksi yang lebih sederhana. Alat tangkap ini kebanyakan beroperasi di daerah pesisir dan dilakukan oleh nelayan tradisional setiap hari, sehingga ikan kembung bisa ditemukan di pasar dengan ukuran yang tidak bervariasi. Ukuran yang tidak bervariasi tersebut secara biologis menjadi salah satu fenomena dan indikator bahwa sumber daya telah mengalami tekanan penangkapan di alam yang dapat mengancam

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: aryakantun@yahoo.co.id

keberlanjutan sumber daya tersebut. Selain itu, produksi ikan kembung lelaki mengalami penurunan dari 23.590,20 ton tahun 2007 menjadi 16.340,65 ton tahun 2014 (Dinas Kelautan dan Perikanan Sulawesi Selatan 2015). Mengacu kepada fenomena variasi ukuran dan penurunan produksi tersebut, maka sangat penting melakukan kajian aspek biologi reproduksi ikan kembung lelaki agar hasilnya dapat dipergunakan sebagai rujukan dasar dalam menentukan kebijakan rencana pengelolaan perikanan tersebut pada masa yang akan datang di daerah ini.

Kajian-kajian sebelumnya telah banyak dilakukan berkaitan dengan ikan kembung lelaki oleh beberapa peneliti. Hariati *et al.* (2005) mendapatkan ukuran pertama matang gonad untuk jenis kelamin betina dan jantan pada panjang 17,0 cm di perairan Selat Malaka, Sivadas *et al.* (2006) memperoleh ukuran pertama matang gonad pada panjang 173 mm untuk jenis kelamin betina dan jantan di perairan Calicut India, dan Zaki *et al.* (2016) mendapatkan ukuran pertama matang gonad jantan pada ukuran 252 mm dan betina pada ukuran 257 mm di perairan pantai Mahout Laut Arabia. Fekunditas kembung lelaki berkisar 300.000-520.000 butir di perairan utara Aceh (Hariati & Fauzi 2011) dan berkisar 64.024-151.844 butir di pantai Mahout Laut Arabia (Zaki *et al.* 2016). Abdussamad *et al.* (2006) melaporkan bahwa ikan kembung lelaki di perairan Kakinada mempunyai pertumbuhan maksimum sebesar 286 mm, laju pertumbuhan 1,89 per tahun, mortalitas alami 2,61; mortalitas penangkapan 2,08; mortalitas total 4,06; dan potensi lestari 2.239 ton. Zamroni *et al.* (2008), yang meneliti biologi reproduksi dan genetika populasi ikan kembung lelaki di pantai utara Jawa, mendapatkan nilai indeks kematangan gonad (IKG) ikan kembung lelaki berkisar 0,49-6,98%. Oktaviani *et al.* (2014) meneliti tentang

tahapan kematangan gonad ikan kembung lelaki di Teluk Mayalibit Raja Ampat dan mendapatkan sebaran ukuran panjang cagak berkisar 6,3-26,0 cm dengan memperoleh matang gonad betina sebesar 38,80% dan matang gonad jantan sebesar 30,70%. Arrafi *et al.* (2016) melaporkan puncak pemijahan ikan kembung di perairan Aceh bagian Barat terjadi pada bulan Januari-Maret dan Juli-Oktober, nilai IKG ikan kembung lelaki berkisar 0,32-3,37%, dan fekunditas berkisar 28.542-123.760 butir. Tamti & Hasriani (2016) mengemukakan bahwa potensi lestari secara biologis ikan kembung di perairan Selat Makassar sebesar 22 938,08 kg dengan tingkat pemanfaatan telah mencapai 85,59%.

Uraian di atas memperlihatkan bahwa penelitian tentang ikan kembung lelaki telah banyak dilakukan di berbagai tempat, namun belum ada satu penelitian pun yang mengungkapkan tentang aspek reproduksi ikan kembung lelaki di perairan Takalar. Penelitian bertujuan untuk mengamati biologi reproduksi ikan kembung lelaki di perairan pesisir Takalar melalui perkembangan kematangan gonad, ukuran ikan kali pertama matang gonad, musim pemijahan, IKG, dan fekunditas.

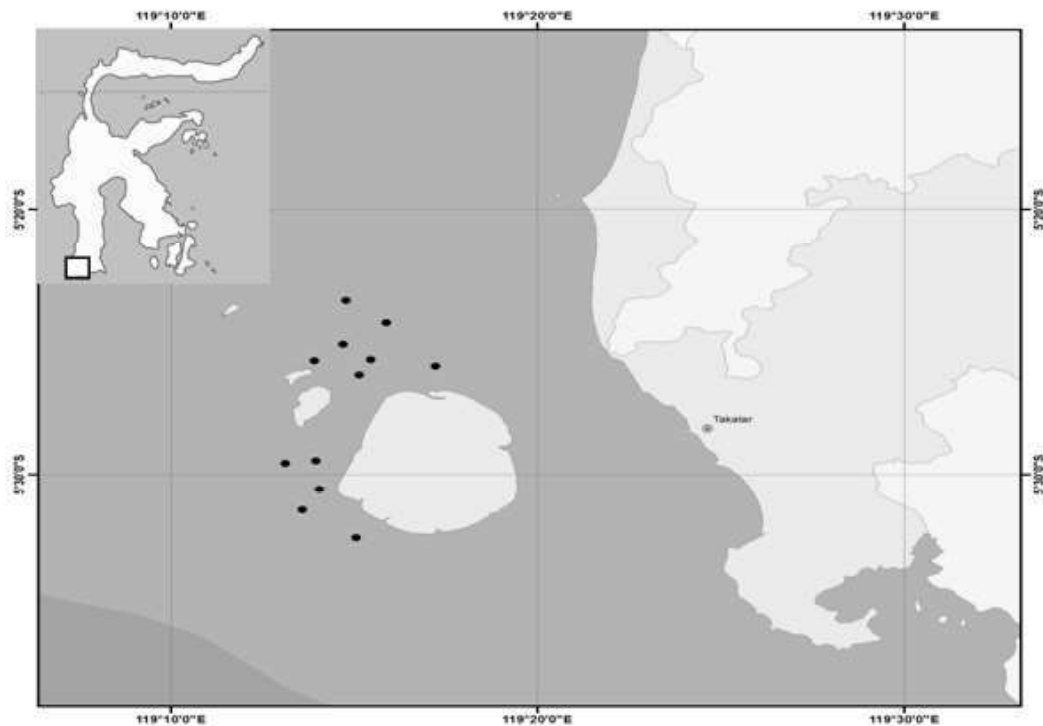
Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan selama delapan bulan mulai bulan Maret sampai Oktober 2015 di daerah penangkapan di perairan pesisir Takalar (Gambar 1). Pengambilan sampel dilakukan pada minggu pertama dan ketiga dalam setiap bulan, dengan melakukan pengumpulan data di Tempat Pendaratan Ikan dari kapal yang beroperasi di lokasi penelitian dan tiga kali mengikuti nelayan yakni pada bulan Maret, Juni, dan September untuk menentukan lokasi penangkapan. Alat tangkap yang dipergunakan adalah pancing ulur dengan mata pancing berukuran 10 dan 12.

Panjang ikan yang diukur dalam penelitian ini adalah panjang cagak dengan pertimbangan hasilnya lebih akurat dibanding menggunakan panjang total yang terkadang ekornya ada yang rusak. Panjang cagak adalah ukuran panjang ikan mulai dari ujung kepala terdepan sampai ujung bagian luar lekukan cabang sirip ekor. Pengukuran panjang dilakukan menggunakan meteran dengan ketelitian 0,1 cm terhadap semua hasil tangkapan nelayan yang menangkap pada daerah penelitian. Ikan kembung lelaki dimasukkan ke dalam keranjang untuk dilakukan pengamatan langsung. Bobot ikan (kondisi ikan belum disiangi) ditimbang dengan timbangan digital berketelitian 0,01 gram dan bobot gonad ditimbang dengan timbangan digital dengan ketelitian 0,001 g. Hasil pengukuran panjang dan bobot ikan kembung lelaki akan dihubungkan dengan kematangan gonad ikan sehingga bisa dicari ukuran ikan kali pertama matang gonad dan IKG.

Pengamatan kematangan gonad dan fekunditas dilakukan di Laboratorium Biologi Perikanan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan. Morfologi perkembangan kematangan gonad ikan kembung lelaki diamati secara makroskopik berdasarkan kriteria pada Tabel 1. Semua sampel dibedah dan diamati.

Ikan yang diamati hanya yang berada pada TKG III sampai V karena gonadnya masih bisa dipisahkan dengan organ lain ketika dibedah. Gonad yang mempunyai TKG I dan II sangat sulit diperoleh utuh, selain kecil juga sering hancur akibat penanganan selama penangkapan. TKG III dan IV digolongkan dalam kategori matang gonad dan TKG V dalam kategori memijah. Ukuran ikan kali pertama matang gonad yang dipergunakan adalah ikan jantan dan betina yang mempunyai TKG III dan IV. Jumlah sampel yang digunakan dalam pengamatan IKG kembung betina



Gambar 1. Lokasi daerah penangkapan kembung lelaki di perairan Pesisir Takalar Sulawesi Selatan

Tabel 1. Ciri-ciri morfologi kematangan gonad ikan betina dan jantan (Effendie 2002)

Kematangan gonad	Betina	Jantan
Belum matang (TKG I)	Ovari berukuran kecil, bisa mencapai ½ dari panjang rongga badan. Ovari berwarna kemerahan jernih. Butiran telur belum tampak.	Testis berukuran kecil, bisa mencapai ½ dari panjang rongga badan dan berwarna keputih-putihan.
Perkembangan (TKG II)	Ovari mengisi ½ dari panjang ronggabadan. Ovari berwarna merah orange. Butiran telur belum tampak jika diamati dengan mata telanjang.	Testis mengisi ½ dari panjang rongga badan dan berwarna putih, dengan bentuk yang simetris.
Pematangan (TKG III)	Ovari mengisi 2/3 dari panjang rongga badan. Ovari berwarna kuning orange, telah tampak butiran telur. Pada permukaan ovari telah tampak pembuluh darah. Telur masih berwarna gelap dan belum ada telur-telur yang transparan.	Testis mengisi 2/3 dari panjang rongga badan dan berwarna putih kream.
Matang (TKG IV)	Ovari mengisi 2/3 sampai memenuhi rongga badan. Ovari berwarna orange pink dengan pembuluh-pembuluh darah tampak dipermukaannya. Telur-telur terlihat besar, transparan dan matang.	Testis mengisi 2/3 sampai memenuhi rongga badan dan berwarna putih-kream dengan kondisi lunak.
Mijah (TKG V)	Ovari menyusut sampai ½ dari rongga badan. Dinding tebal. Dalam ovari masih tersisa telur-telur berwarna gelap dan matang yang mengalami disintegrasi akibat penyerapan.	Testis mengalami penyusutan sampai ½ dari rongga badan. Kondisi testis lembek.

berjumlah 72 ekor dan ikan jantan berjumlah 72 ekor. Sampel untuk keperluan IKG ditentukan secara sengaja dengan pertimbangan keterwakilan dan mengacu pada sampel paling sedikit yang diperoleh dalam setiap bulan serta terkadang ada sampel gonad yang kurang utuh.

Indeks kematangan gonad dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$IKG = \left(\frac{BG}{BT} \right)$$

Keterangan: IKG= indeks kematangan gonad; BG = bobot gonad (g); BT = bobot tubuh (g).

Ukuran ikan kali pertama matang gonad dianalisis dengan metode Udupa (1986).

$$\log m = x_k + \frac{x}{2} - \left(x \times \sum p_i \right)$$

Pada selang kepercayaan 95% dipergunakan formula:

$$\text{anti log } m = \left(m \pm 1,96 \sqrt{x^2 \times \frac{p_i \times q_i}{n_i - 1}} \right)$$

Keterangan: Log m= logaritma panjang ikan pada kematangan gonad pertama, X_k = logaritma nilai tengah pada saat ikan matang gonad 100%, X = logaritma pe-

nambahan panjang pada nilai tengah, p_i = jumlah ikan matang gonad pada kelas panjang ke - I, q_i = 1- p_i , n_i = jumlah ikan pada kelas panjang ke-I, M = panjang ikan pertama kali matang gonad sebesar antilog m.

Ikan yang diamati fekunditasnya adalah ikan kembung lelaki jenis kelamin betina yang berada pada perkembangan kematangan gonad III sampai V. Subsampel yang diambil pada bagian muka (anterior), tengah (median) dan belakang (posterior) kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel yang telah berisi larutan Gilson dan direndam selama satu bulan, baru dilakukan penghitungan jumlah telur. Perendaman gonad selama satu bulan dengan pertimbangan telur sudah terpisah dari jaringan ovarium yang menyelimutinya agar lebih mudah menghitungnya.

Sampel untuk pengamatan fekunditas kembung lelaki berjumlah 72 ekor yang mewakili kematangan gonad III, IV, dan V atau setiap bulan diwakili oleh 9 ekor ikan yang masing-masing terdiri atas 3 ekor untuk kematangan gonad III, IV dan V. Pengambilan jumlah sampel dilakukan

secara sengaja dengan pertimbangan telah mewakili untuk dilakukan pengamatan perkembangan kematangan gonad dari belum matang sampai memijah, dan disajikan dalam bentuk grafik atau tabel.

Fekunditas total diestimasi dengan metode gravimetrik (Effendie 1979). Subsampel yang diambil sebanyak 0,01 gram dari total bobot gonad, dengan formula sebagai berikut:

$$F = \frac{Q}{q} \times n$$

Keterangan: F= fekunditas total (butir), Q= bobot total gonad (g), q= bobot subsampel gonad (g), n = jumlah telur dalam subsampel gonad (butir).

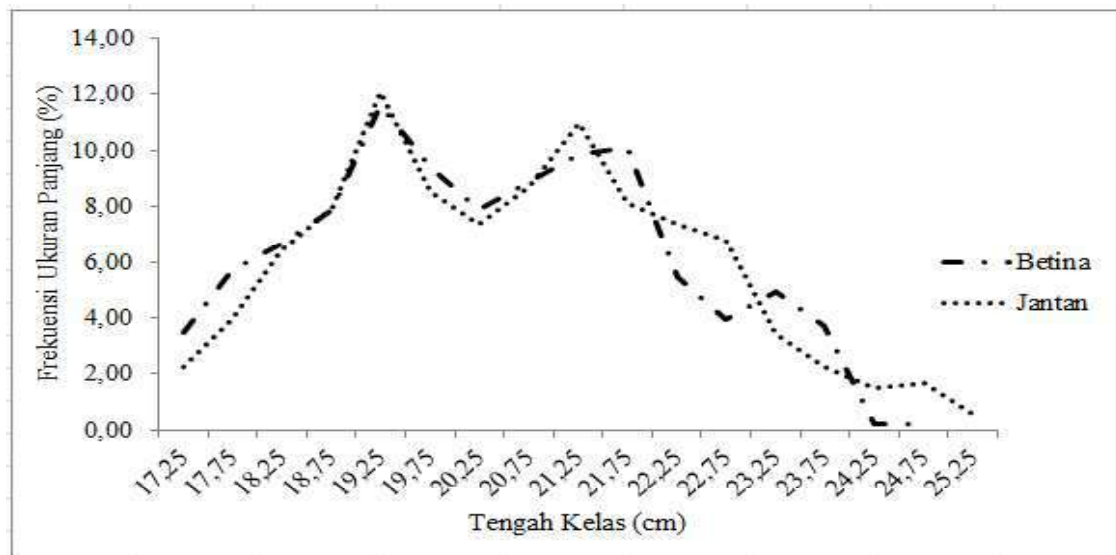
Hasil

Sampel yang dikumpulkan berjumlah 934 ekor, yang terdiri atas 405 ekor jenis kelamin betina dan 529 ikan jantan. Ukuran panjang dan bobot ikan betina berkisar 17,3-24,5 cm dan 75,03-203,06 gram. Ikan jantan memiliki ukuran panjang dan bobot berkisar 17,1-25,3 cm dan 74,15-216,75 gram (Gambar 2).

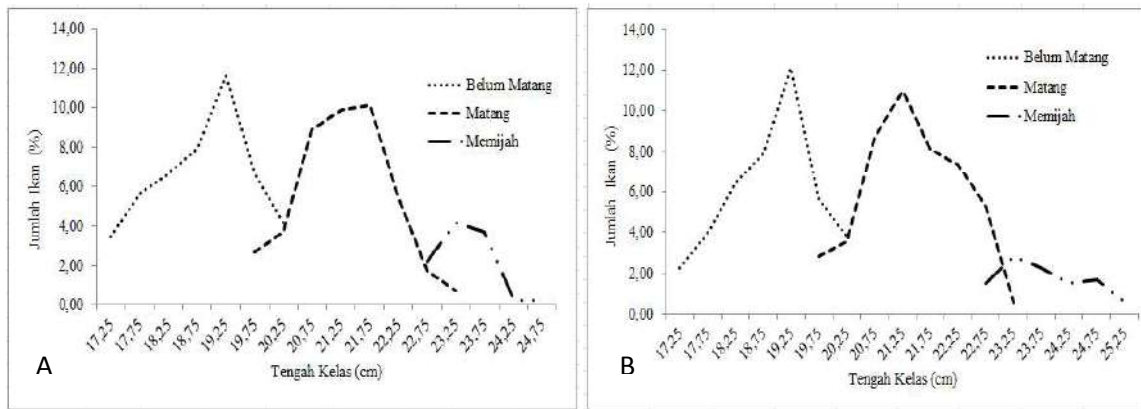
Perkembangan kematangan gonad ikan kembung lelaki betina dan jantan berdasarkan pengamatan makroskopis terlihat pada Gambar 3. Gambar ini memperlihatkan sebaran ukuran ikan betina fase belum matang berkisar 17,3-20,25 cm, matang pada kisaran 19,5-23,5 cm dan memijah pada kisaran 22,5-24,5 cm (Gambar 3A). Sebaran ukuran ikan jantan untuk fase belum matang berkisar 17,1-20,5 cm, matang pada kisaran 20,0-23,5 cm dan memijah pada kisaran 22,5-25,3 cm (Gambar 3B).

Persentase kematangan gonad ikan kembung lelaki selama penelitian dari tahap belum matang sampai memijah diperlihatkan pada Tabel 2. Pada tabel ini dapat dilihat bahwa kondisi kematangan gonad ikan kembung lelaki betina dan jantan selama penelitian menunjukkan persentase yang hampir sama.

Jumlah ikan berdasarkan perkembangan kematangan gonad menurut waktu pengambilan sampel selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



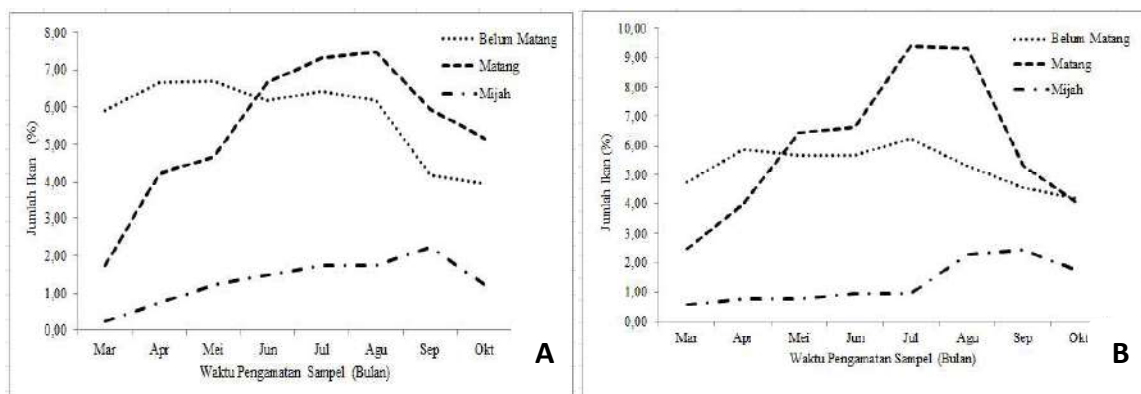
Gambar 2. Sebaran panjang ikan kembung lelaki jenis kelamin betina dan jantan di perairan Pesisir Takalar periode Maret-Oktober 2015.



Gambar 3. Sebaran ukuran panjang ikan kembung lelaki jenis kelamin betina (A) dan jantan (B) berdasarkan perkembangan gonad periode Maret-Oktober 2015

Tabel 2. Persentase kematangan gonad ikan kembung lelaki periode Maret-Oktober 2015

Kematangan gonad	Betina		Jantan	
	ekor	%	ekor	%
Belum matang (I-II)	187	46,17	223	42,16
Matang gonad (III-IV)	175	43,21	251	47,45
Memijah (V)	43	10,62	55	10,40
Total	405	100	529	100

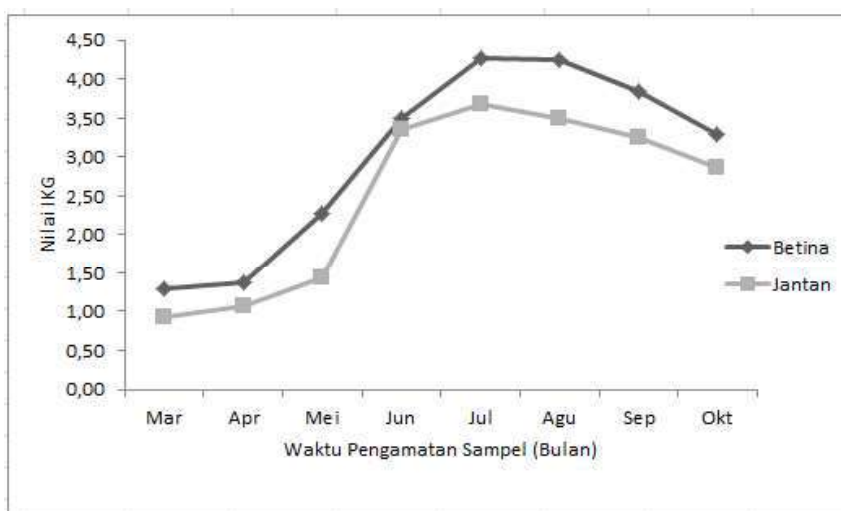


Gambar 4. Persentase jumlah ikan kembung lelaki berdasarkan perkembangan gonad di perairan Pesisir Takalar periode Maret-Oktober 2015. (A) betina dan (B) jantan

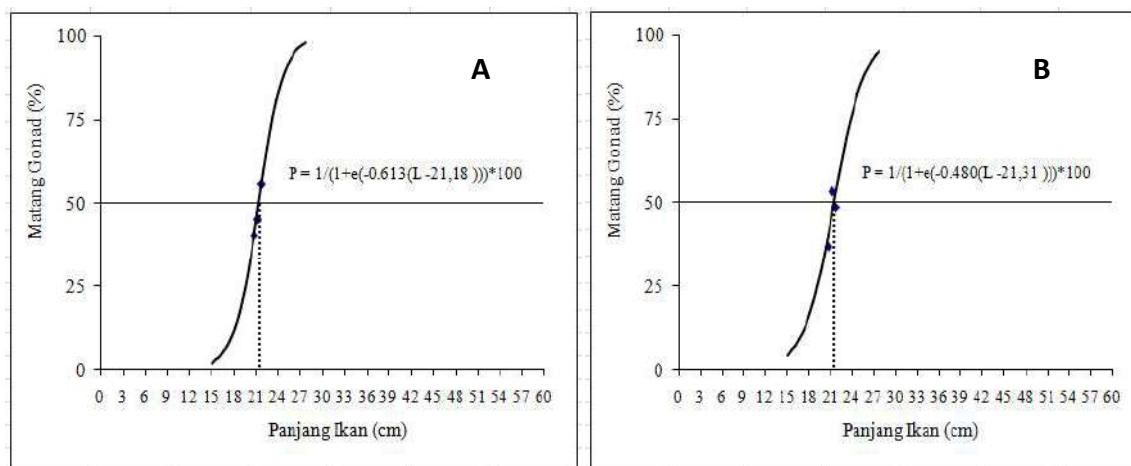
IKG ikan betina berkisar 1,29-4,28 dan ikan jantan berkisar 0,93-3,68 (Gambar 5). Ukuran kali pertama ikan kembung lelaki betina matang gonad pada ukuran 21,18 cm dengan tingkat kepercayaan 95% berkisar 21,06-21,31 cm dan ikan

jantan pada ukuran 21,31 cm berkisar 21,23-21,39 cm (Gambar 6).

Fekunditas total ikan kembung lelaki jenis kelamin betina yang diperoleh selama penelitian berkisar 11.235-40.878 butir.



Gambar 5. Perkembangan IKG kembang lelaki di perairan Pesisir Takalar periode Maret-Oktober 2015



Gambar 6. Ukuran pertama matang gonad ikan kembang lelaki jenis kelamin betina (A) dan jantan (B) di perairan Pesisir Takalar periode Maret-Oktober 2015.

Pembahasan

Secara umum pada penelitian ini diperoleh ukuran panjang berkisar 17,1-25,3 cm (Gambar 2) dan bobot berkisar 74,15-216,75 gram. Kisaran ukuran ini lebih sempit dibanding yang diperoleh Arrafi *et al.* (2016) yang berkisar 7-26 cm dan Oktaviani *et al.* (2014) yang mendapatkan sebaran ukuran pada panjang cagak berkisar 6,3-26,0 cm. Sebaran ukuran sangat dipengaruhi oleh alat tangkap yang digunakan. Peneliti terdahulu menggunakan jaring berukuran 0,5 cm sehingga ikan yang tertangkap mulai dari ukuran kecil sampai besar. Penelitian ini menggunakan pancing berukuran 10 dan 12 sehingga ikan yang

tertangkap pada umumnya berukuran besar. Ukuran mata pancing yang berbeda dapat menyebabkan perbedaan fisik setiap ukuran mata pancing. Erzini *et al.* (1998) berpendapat bahwa jumlah dan komposisi jenis hasil tangkapan pada perikanan pancing dapat dipengaruhi oleh dua faktor penting yaitu tipe dan ukuran mata pancing. Sementara itu, Rahmat (2007) mengatakan bahwa perbedaan fisik tiap ukuran mata pancing dapat memengaruhi bobot maupun jumlah tiap jenis tangkapan pada perikanan pancing. Ukuran mata pancing dapat memengaruhi komposisi ukuran ikan yang tertangkap dari segi bobot dan panjang. Pada bagian lain, Kantun *et al.* (2014a)

menyatakan bahwa metode penangkapan yang berhubungan dengan perbedaan waktu penangkapan, waktu makan ikan, jenis umpan dan posisi kedalaman pengoperasian pancing berkontribusi terhadap ukuran ikan yang tertangkap.

Bervariasinya ukuran ikan yang tertangkap juga disebabkan oleh sifat biologi ikan yang terkait dengan tingkah laku bergerombol ikan, yang umumnya akan bergerombol dengan ukuran yang sama dan jenis yang sama. Hal ini senada dengan yang diungkapkan oleh Soria & Dagorn (1992) yang menyatakan bahwa ikan yang bergerombol merupakan sekumpulan individu dengan ukuran, siklus biologi dan kemampuan biologi yang sama, dipersatukan oleh kerjasama yang saling menguntungkan dan menunjukkan kemampuan dalam melakukan koordinasi ketika berenang dalam suatu kelompok. Pada sisi lain, kemampuan ikan berkoordinasi ini merupakan ciri khas populasi ikan dewasa yang suka hidup bergerombol dan bergerak cepat secara bersamaan dan beriringan (Dewanti *et al.* 2014).

Perkembangan kematangan gonad ikan kembung lelaki, secara umum memperlihatkan bahwa jumlah ikan betina belum matang gonad lebih besar daripada jantan (46,17% > 42,16%), betina matang gonad lebih kecil daripada jantan (43,21% < 47,45%), dan betina memijah lebih besar daripada jantan (10,62% > 10,40%). Hasil penelitian Oktaviani (2014) yang dilakukan di Teluk Mayalibit Papua Barat memperoleh ikan betina matang gonad sebesar 38,80% dan jantan matang gonad sebesar 30,70%. Hasil penelitian ini memiliki komposisi perkembangan kematangan gonad dalam kondisi matang lebih besar dibanding peneliti sebelumnya. Hal ini disebabkan oleh perkembangan kematangan gonad ikan kembung lelaki yang tidak sama (Gambar 4) berdasarkan waktu pengamatan karena adanya kelompok ikan yang memijah tidak bersamaan.

Brojo & Sari (2002) menyatakan bahwa ketidakseragaman perkembangan gonad pada ikan disebabkan adanya kelompok ikan yang pemijahannya berbeda. Sementara itu, Paugy (2002) dan Lalèyè *et al.* (2006) menyatakan bahwa perkembangan kematangan gonad ikan bisa berbeda disebabkan oleh sifat genetik populasi, perbedaan laju pertumbuhan dan kualitas perairan, sedangkan Reynolds *et al.* (2001) dan de Graaf *et al.* (2003) berpendapat bahwa perbedaan perkembangan gonad ikan bisa disebabkan oleh perbedaan wilayah dan tekanan penangkapan.

Nilai IKG ikan kembung lelaki betina lebih besar dibanding ikan jantan (Gambar 5) disebabkan bobot gonad ikan betina lebih besar daripada bobot gonad ikan jantan. Hasil penelitian Zamroni *et al.* (2008) di pantai utara Jawa mendapatkan IKG ikan kembung lelaki berkisar 0,49-6,98. Arrafi *et al.* (2016) menemukan nilai IKG ikan kembung lelaki di perairan bagian barat Aceh berkisar 0,32-3,37%. Tinggi rendahnya nilai IKG ikan kembung lelaki disebabkan oleh faktor lingkungan yang berhubungan langsung dengan ketersediaan makanan sebagai sumber energi untuk perkembangan somatik dan reproduksinya. Siby *et al.* (2009) menyatakan bahwa nilai rata-rata IKG ikan betina selalu lebih besar daripada IKG ikan jantan pada TKG yang sama. Hal ini disebabkan pertambahan bobot ovarium selalu lebih besar daripada pertambahan bobot testis. Peningkatan bobot ovarium berhubungan dengan proses vitellogenesis dalam perkembangan gonad, sedangkan peningkatan bobot testis berhubungan dengan proses spermatogenesis dan peningkatan volume semen dalam tubulus seminiferi.

Peningkatan nilai IKG ikan merupakan salah satu indikator musim pemijahan. Berdasarkan nilai IKG setiap bulan, puncak pemijahan ikan kembung lelaki betina dan jantan terjadi sesaat setelah nilai IKG tertinggi. Hal ini sejalan dengan

pendapat Araffi *et al.* (2014) bahwa nilai IKG yang tinggi menjadi indikasi musim pemijahan. Pemijahan biasanya terjadi setelah puncak-puncak kematangan gonad, sehingga pada tahapan berikutnya terjadi penurunan IKG. Proses penurunannya berlangsung dengan cepat, seperti terlihat pada Gambar 5, yakni terjadi pada bulan September dan Oktober. Hal senada diungkapkan oleh Effendie (1992) bahwa bobot gonad akan mencapai maksimum sesaat ikan akan memijah kemudian bobot gonad akan menurun dengan cepat selama pemijahan sedang berlangsung sampai selesai.

Ukuran ikan kali pertama matang gonad sangat terkait dengan kematangan gonad dan IKG. Ukuran kali pertama matang gonad yang diperoleh setiap peneliti berbeda-beda seperti tersaji pada Tabel 4. Ukuran kali pertama matang gonad ikan kembung lelaki pada penelitian ini lebih kecil dibanding penelitian di pantai Mahout laut Arabia oleh Zaki *et al.* (2016) dan lebih besar daripada beberapa peneliti terdahulu lainnya. Besar kecilnya ukuran kali pertama ikan matang gonad disebabkan oleh faktor spesies, lingkungan, umur, ukuran, dan kondisi fisiologis ikan (Udupa 1986). Koido & Suzuki (1989) dan Schaefer (1987) berpendapat bahwa periode pengambilan sampel dan musim reproduksi ikan yang berbeda

dari masing-masing daerah penelitian dilakukan. Kantun *et al.* (2014b) mengemukakan bahwa aktivitas penangkapan terkait metode penangkapan dan jenis alat tangkap yang digunakan akan membatasi ukuran ikan yang tertangkap sehingga dapat menyebabkan perbedaan ukuran ikan kali pertama matang gonad ketika dianalisis. Selanjutnya Kantun *et al.* (2015) menyatakan bahwa besar kecilnya ukuran matang gonad ikan yang tertangkap dari setiap lokasi penelitian disebabkan pada tempat pengambilan sampel telah terjadi tangkap lebih, sehingga yang tertangkap ikan yang berukuran kecil-kecil namun telah matang gonad. Siby *et al.* (2009) berpendapat bahwa ukuran kali pertama matang gonad pada ikan yang berbeda-beda dan terjadi pada ukuran yang lebih kecil merupakan taktik reproduksi ikan untuk memulihkan keseimbangan populasinya yang disebabkan oleh perubahan kondisi, faktor abiotik, dan tangkap lebih. Rahardjo & Charles (2007) menyatakan bahwa beberapa faktor yang dapat menyebabkan bervariasinya ukuran kali pertama matang gonad yaitu sifat genetik populasi, perbedaan letak wilayah, kualitas perairan, dan besarnya tekanan penangkapan.

Ketersediaan dan keberlanjutan sumber daya ikan kembung lelaki di perairan pesisir Takalar dapat dijaga dengan menangkap pada ukuran

Tabel 4. Ukuran kali pertama matang gonad ikan kembung lelaki pada beberapa lokasi

Lokasi	Jenis kelamin		Ukuran ikan pertama matang gonad (cm)	Sumber
	♀	♂		
Selat Malaka	♀♂		17,0	Hariati <i>et al.</i> (2005)
Calicut India	♀♂		17,3	Sivadaset <i>et al.</i> (2006)
Pantai utara Aceh	♀	-	19,97	Hariati & Fauzi (2011)
Mangalore, India	♀		21,0	Hulkoti <i>et al.</i> (2013)
Pantai Mahout laut Arabia	♀	♂	♀ 25,7; ♂ 25,2	Zaki <i>et al.</i> (2016)
Perairan bagian barat Aceh	♀	-	19,58	Arrafi <i>et al.</i> (2016)
Perairan pesisir Takalar	♀	♂	♀ 21,18; ♂ 21,31	Penelitian ini

minimal di atas ukuran kali pertama matang gonad, yakni di atas 21,18 cm untuk jenis kelamin betina dan di atas 21,31 cm untuk jenis kelamin jantan. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan memberikan kesempatan kepada ikan kembung lelaki untuk melakukan reproduksi terlebih dahulu dalam menjaga eksistensinya. Kantun *et al* (2015) berpendapat bahwa semakin banyak ikan yang tertangkap di atas ukuran kali pertama matang gonad, maka peluang untuk menjaga eksistensinya semakin besar. Oleh sebab itu sangat penting dalam melakukan pengelolaan memperhatikan aspek biologi reproduksi ikan agar keberlanjutan sumber daya ikan kembung lelaki dapat terjamin.

Ikan kembung lelaki yang tertangkap dalam kondisi mijah berkisar 10,40-10,62% tergolong masih sangat rendah (Tabel 2), karena ikan sedang dalam proses pematangan gonad yang akan mencapai puncaknya pada bulan Juli dan Agustus (Gambar 5) dan diduga pada bulan September terjadi pemijahan. Kejadian ini juga bisa dilihat dari nilai IKG yang secara individual akan mencapai puncak tertingginya ketika mencapai fase kematangan gonad IV dan selanjutnya akan menurun secara perlahan setelah melakukan pemijahan. Setelah memijah gonad ikan tidak langsung kempis, tetapi akan mengempis secara perlahan-lahan. Cara pemijahan yang sama juga ditemukan oleh Oktaviani *et al*, (2014) di Teluk Mayalibit yang menemukan puncak pemijahan ikan kembung lelaki pada bulan September - November dengan periode penelitian berbeda dari penelitian ini. Zaki *et al*. (2016) menemukan dua puncak pemijahan di pantai Mahout laut Arabia yaitu pada bulan September-Oktober dan Desember-April. Arrafi *et al*.(2016) juga menemukan dua puncak pemijahan di perairan bagian barat Aceh yakni pada bulan Januari-Maret dan Juli-Oktober. Sementara itu Koido & Suzuki

(1989) dan Schaefer (1987) menyatakan menemukan periode pemijahan yang berbeda-beda pada setiap lokasi penelitian disebabkan periode sampling, kondisi lingkungan terkait ketersediaan makanan, dan aktifitas penangkapan. Pola pemijahan seperti ini sangat memungkinkan ikan kembung lelaki selalu tersedia di alam, sepanjang pengelolaannya mengacu kepada aspek reproduksinya, seperti menangkap pada ukuran di atas ukuran kali pertama matang gonad. Abdussamad *et al*. (2010) menyatakan bahwa fase perkembangan kematangan gonad terjadi sepanjang tahun dan mengasumsikan ikan memijah sepanjang tahun.

Fekunditas ikan kembung lelaki berkisar berkisar 11.235-40.878 butir. Hasil penelitian sebelumnya seperti yang dilakukan oleh Hariati & Fauzi (2011) di pantai utara Aceh memperoleh fekunditas berkisar 300.000-520.000 butir. Zaki *et al*. (2016) di pantai Mahout laut Arabia mendapatkan fekunditas berkisar 64.024-151.844 butir dan Arrafi *et al*. (2016) di perairan bagian barat Aceh memperoleh fekunditas berkisar 28.542-123.760 butir. Hulkoti *et al*. (2013) memperoleh fekunditas berkisar 86.744-94.376 butir. Jumlah fekunditas pada penelitian ini lebih kecil dibanding peneliti-peneliti yang lain. Besar kecilnya fekunditas suatu spesies dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ukuran panjang dan bobot ikan (Vila-Gispert & Moreno-Amich 2000), ukuran diameter telur (Suzuki *et al*. 2000) dan faktor lingkungan (Abidin 1986). Hal senada diungkapkan oleh Rochmatin *et al*. (2014) bahwa beberapa faktor yang berperan terhadap jumlah telur yang dihasilkan oleh ikan betina yaitu fertilitas, frekuensi pemijahan, perlindungan induk, ukuran telur, kondisi lingkungan, dan kepadatan populasi. Sementara itu, Siby *et al*. (2009) menyatakan bahwa fekunditas yang berbeda-beda diantara spesies merefleksikan strategi repro-

duksinya. Bahkan dalam spesies, fekunditas bervariasi sebagai hasil dari perbedaan adaptasi ikan terhadap lingkungannya. Ikan yang berukuran besar menghasilkan fekunditas yang besar. Pada ukuran yang sama, ikan betina dalam kondisi yang baik menghasilkan fekunditas yang lebih tinggi.

Mengacu pada jumlah fekunditas yang dihasilkan, ikan kembung lelaki betina menunjukkan tingkat produktivitas yang tinggi. Hal ini didasari atas pendapat Musick (2000) bahwa tingkat produktivitas ikan berdasarkan indeks reproduksi dengan parameter fekunditas. Jika fekunditas kurang dari 10 butir tergolong sangat rendah, 10-100 butir termasuk rendah, 100-1000 butir tergolong sedang, dan di atas 1000 butir tergolong tinggi. Musick (2000) juga menyatakan bahwa fekunditas bisa dijadikan indikator produktivitas suatu organisme yang ditunjang oleh faktor lingkungan, genetika, pertumbuhan, umur dan kematangan gonad.

Simpulan

Perkembangan kematangan gonad ikan kembung lelaki di perairan pesisir Takalar diperoleh mulai ukuran belum matang sampai memijah, yang mengindikasikan bahwa perkembangan kematangan gonad tidak sama dan adanya kelompok ikan yang memijah tidak bersamaan. Nilai IKG yang bervariasi disebabkan oleh faktor lingkungan yang berhubungan langsung dengan ketersediaan makanan sebagai sumber energi untuk perkembangan somatik dan reproduksinya.

Ukuran kali pertama matang gonad pada ikan disebabkan oleh perubahan kondisi lingkungan, faktor abiotik, genetik populasi, perbedaan letak wilayah, kualitas perairan, dan besarnya tekanan penangkapan. Fekunditas dipengaruhi oleh ukuran panjang dan bobot ikan, diameter telur, fertilitas, frekuensi pemijahan, ukuran

telur, kondisi lingkungan, dan kepadatan populasi.

Keberlanjutan sumber daya ikan kembung lelaki di perairan pesisir Takalar dapat dijaga dengan menangkap pada ukuran minimal di atas ukuran kali pertama matang gonad, yakni di atas 21,18 cm untuk jenis kelamin betina dan di atas 21,31 cm untuk jenis kelamin jantan.

Persantunan

Terima kasih disampaikan kepada Kemenristek Dikti atas bantuan pendanaan melalui hibah Penelitian Strategis Nasional dan terima kasih kepada tim peneliti dan nelayan yang terlibat dalam penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada bebestari atas saran dan koreksiannya sehingga artikel ini menjadi lebih berkualitas.

Daftar pustaka

- Abdussamad EM, Kasim HM, Achayya P. 2006. Fishery and population characteristics of Indian mackerel, *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier) at Kakinada. *Indian Journal of Fisheries*, 53(1): 77-83.
- Abidin AZ. 1986. The reproductive biology of a tropical cyprinid *Hampalamacrolepidota* from Negara Zoo Lake, Kuala Lumpur, Malaysia. *Journal of Fish Biology*, 29(3): 381-391
- Arrafi M, Ambak A, Rumeaida P, Muchlisin ZA. 2016. Biology of Indian mackerel, *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1817) in the Western Waters of Aceh. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15(3): 957-972.
- Brojo M, Sari RP. 2002. Biologi reproduksi ikan kurisi (*Nemipterus tambuloides* Blkr.) yang didaratkan di Tempat Pelelangan Ikan Labuan, Pandeglang. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 2(1): 9-13
- De Graaf M, Machiels M, Wudneh T, Sibbing FA. 2003. Length at maturity and gillnet selectivity of Lake Tana's Barbus species (Ethiopia): Implications for management and conservation. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 6(3): 325-336
- Dewanti RON, Ghofar A, Saputra SW. 2014. Beberapa aspek biologi ikan teri (*Stolephorus*

- devisi) yang tertangkap payang di perairan Kabupaten Pemalang. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(4): 102-111.
- Dinas Perikanan dan Kelautan Sulawesi Selatan. 2015. Data Statistik Perikanan Provinsi Sulawesi Selatan.
- Effendie M I. 1979. *Metoda Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri. Bogor. 112 hlm
- Effendie M I. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 163 hlm.
- Erzini K, Goncalves JMS, Bentes L, Lino PG, Ribeiro J. 1998. Species and size selectivity in a 'red' sea bream longline 'me-tier' in the Algarve (southern Portugal). *Aquatic Living Resources*, 11(1): 1-11.
- Hariati T, Taufik M, Zamroni A. 2005. Beberapa aspek reproduksi ikan layang (*Decapterus russelli*) dan ikan banyar (*Rastrelliger kanagurta*) di perairan Selat Malaka Indonesia. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia edisi sumber daya dan Penangkapan*, 11(2): 47-57.
- Hariati T, Fauzi M. 2011. Aspek reproduksi ikan banyar, *Rastrelliger kanagurta* (Cuv. 1817) di perairan utara Aceh. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 11(1): 47-53.
- Hulkoti SH, Shivaprakash SM, Anjanayappa HN, Somashekara SR, Benakappa S, Naik ASK, Kumar J. 2013. Breeding biology of Indian mackerel, *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier) from Mangalore Region. *Environment and Ecology*, 31(2A): 683-688.
- Kantun W, Achmar M, Nuraeni LR. 2014a. Struktur ukuran dan jumlah tangkapan tuna madidihang menurut waktu penangkapan dan kedalaman di perairan Majene Selat Makassar. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 9(2): 39-48.
- Kantun W, Achmar M, Nuraeni LR. 2014b. Perbandingan struktur ukuran tuna madidihang *Thunnus albacares* yang tertangkap pada rumpon laut dalam dan laut dangkal di perairan Selat Makassar. *Jurnal Ipteks Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*, 1(2): 112-128.
- Kantun W, Syamsu AA, Achmar M, Ambo T. 2015. Potensi reproduksi tuna madidihang *Thunnus albacares* di Selat Makassar. In: Zainuddin IM (Editor). Prosiding Simposium Nasional Pengelolaan Perikanan Tuna Berkelanjutan. Bali 10-11 Desember 2014.
- II-142. World Wildlife Foundation –Indonesia. 1259 p.
- Koido T, Suzuki Z. 1989. Main spawning season of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the western tropical Pacific Ocean based on the gonad index. *Bulletin Far Seas Fisheries Research Laboratory*, 26(2): 153-164.
- Lalèye P, Chikou A, Gnohossou P, van Dewalle P, Philippart JC, Teugels G. 2006. Studies on the biology of two species of catfish *Synodontis schall* and *Synodontis nigrita* (Ostariophysi: Mochokidae) from the Ouémé River, Bénin. *Belgium Journal of Zoology*, 136(2): 193-201
- Musick JA. 2000. Ecology and conservation of long-lived marine animals. In Musick JA. (Editor). Life in the slow lane: Symposium on the Ecology and Conservation of Long-Lived Marine Animals. American Fisheries Society. 265 p.
- Oktaviani D, Supriatna J, Erdmann MV, Abinawanto. 2014. Maturity stage of Indian mackerel *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1816) in Mayalibit Bay, Raja Ampat, West Papua. *International Journal of Aquatic Science*, 5(1): 67-76.
- Paugy D. 2002. Reproductive strategies of fishes in a tropical temporary stream of the Upper Senegal basin: Baoulé River in Mali. *Aquatic Living Resources*, 15(1): 25–35
- Rahardjo MF, Charles PHS. 2007. Aspek reproduksi ikan tetet *Johnius belangerii* Cuvier (Pisces Sciaenidae) di perairan Pantai Mayangan Jawa Barat. *Jurnal Perikanan* 9(2): 200-207.
- Rahmat E. 2007. Penggunaan pancing ulur (hand line) untuk menangkap ikan pelagis besar di perairan Bacan, Halmahera Selatan. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 6(1): 29-33.
- Reynolds JD, Jennings S, Dulvy NK. 2001. Life histories of fishes and population responses to exploitation. In: Reynolds JD, Mace GM, Redford KH, Robinson JG (Eds.). *Conservation of Exploited Species*. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 148-168.
- Rochmatin SY, Anhar S, Suradi WS. 2014. Aspek pertumbuhan dan reproduksi ikan nilam (*Osteochilus hasselti*) di perairan Rawa Pening Kecamatan Tuntang Kabupaten Semarang. *Journal of Maquares*, 3(3): 153-159.
- Schaefer KM. 1987. Reproductive biology of black skipjack, *Euthynnus lineatus*, an

- eastern Pacific tuna. *Inter-American Tropical Tuna Commission*. 19 (2): 166-260.
- Siby LS, Rahardjo MF, Sjafei DS. 2009. Biologi reproduksi ikan pelangi merah (*Glossolepis incisus*, Weber 1907) di Danau Sentani. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 9(1): 49-61.
- Sivadas M, Radhakrishnan PN, Balasubramanian KK, Bhaskaran MM. 2006. Lengthweight relationship, relative condition, size at first maturity, and sex ratio of Indian mackerel *Rastrelliger kanagurta* from Calicut. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 48 (2): 274-277.
- Soria M, Dagom L. 1992. Rappels sur le comportement grégaire. in: Action Incitative Comportement Agrégatif (AICA), Compte-Rendu de Réunion, Doc. Centre ORSTOM Montpellier, 9: 5-9
- Suzuki HI, Agostinho AA, Winemiller KO. 2000. Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in loricariid catfishes of the Paraná River, Brazil. *Journal of Fish Biology*, 57(3): 791-807
- Tamti H, Hasriani H. 2016. Analisis bioekonomi ikan kembung *Rastrelliger* spp. di perairan Selat Makassar. *Jurnal Balik Diwa*, 7(2): 7-14.
- Udupa KS. 1986. Statistical method of estimating the size at first maturity in fishes. *Fishbyte*, 4(2): 8-10.
- Vila-Gispert A, Moreno-Amich R. 2000. Fecundity and spawning mode of three introduced fish species in Lake Banyoles (Catalunya, Spain) in comparison with other localities. *Aquatic Sciences*, 62(2): 154-166
- Zamroni A, Suwarso, Mukhlis NA. 2008. Biologi reproduksi dan genetik populasi ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*, Famili Scombridae) di Pantai Utara Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 14(2): 215-226.
- Zaki S, Jayabalan N, Al-kiyumi F, Al-kharusi L. 2016. Reproductive biology of the Indian mackerel *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1816) from the Mahout coast, Sultanate of Oman. *Indian Journal of Fisheries*, 63(2): 24-32.

Iktiofauna air tawar Pulau Enggano, Indonesia

[Freshwater fish of Enggano Island, Indonesia]

Renny Kurnia Hadiaty[✉] & Sopian Sauri

¹Museum Zoologicum Bogoriense (MZB), Laboratorium Iktiologi, Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jl. Raya Bogor Km 46, Cibinong 16911

Diterima: 10 Juli 2017; Disetujui: 26 September 2017

Abstrak

Pulau Enggano merupakan satu pulau terluar dari negara kepulauan, Indonesia. Survei ikan air tawar dilakukan di Pulau Enggano dengan tujuan untuk mendapatkan informasi iktiofauna yang ada di pulau ini. Koleksi sampel ikan dilakukan di 11 perairan tawar. Kami memperoleh 457 spesimen dari 28 spesies yang termasuk dalam 11 famili dan 3 ordo. Satu jenis diantaranya, *Stiphodon* sp. diduga merupakan jenis baru dan lima jenis lainnya perlu dikaji lebih lanjut untuk mengetahui status taksonominya. Semua spesimen hasil koleksi dideposit di Museum Zoologicum Bogoriense (MZB) dalam 77 nomor MZB. Diharapkan data iktiofauna pulau ini dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan pemerintah daerah dalam pengelolaan sumber daya P. Enggano.

Kata penting: koleksi, spesimen, *Stiphodon*, Museum Zoologicum Bogoriense

Abstract

Enggano is an outer island of the archipelago country, Indonesia. A field survey of freshwater fish fauna conducted in Enggano island to get the information of the ichthyofauna of this island. The fish collected in 11 freshwaters. We got 457 fish specimens of 28 species in 11 families and three orders. One species, *Stiphodon* sp. suspected to be new to science and five species require further study to clarify their taxonomical status. All of the fish collected specimens deposited in 77 catalog numbers of Museum Zoologicum Bogoriense (MZB). The ichthyofauna of this island could be use as the basic data for the resource management of the Enggano island.

Key words: collection, specimens, *Stiphodon*, Museum Zoologicum Bogoriense

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan. Pulau yang berkoordinat dan terdaftar di Perserikatan Bangsa-bangsa (PBB) melalui United Nations Groups of Experts on Geographical Names (UNGEGN) berjumlah 13.466 pulau (BIG 2015). Jumlah ini dapat diperbaharui setiap tahunnya melalui badan tersebut. Selama ini masyarakat Indonesia berpendapat bahwa jumlah pulau di Indonesia berkisar 17000, hal ini disebabkan gosong (daratan pasir, geluh atau kerikil yang terbentuk akibat aliran air di perairan dangkal dan sempit) yang hanya muncul saat air laut surut juga dihitung sebagai pulau (BIG 2015). Badan Informasi Geospasial (BIG) merupakan

National Names Authority untuk Indonesia yang bertugas melaporkan data pulau bernama ke UNGEGN. Bersama dengan Kementerian Kelautan dan Perikanan, BIG melaporkan pada Konferensi ke 11 UNGEGN bulan Agustus 2017 bahwa di Indonesia ada 16.056 pulau (<http://news.kkp.go.id/index.php/indonesia-laporkan-16-056-pulau-bernama-ke-pbb/>).

Pulau-pulau kecil terluar di Indonesia ada 111, yang ditetapkan dalam Surat Keputusan Presiden nomor 6 tahun 2017. Di Provinsi Bengkulu ada dua pulau terluar, yaitu Pulau (P.) Enggano dan P. Mega. Keanekaragaman ikan air tawar P. Enggano belum terungkap. Penelitian komunitas ikan karang di perairan P. Enggano yang telah dilakukan peneliti dari Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI mencatat ada 187 jenis (Adrim 2007).

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: rkhadiaty@gmail.com

Catatan tentang ikan air tawar di P. Enggano, ada dua spesies yang dilaporkan keberadaannya oleh Perugia pada tahun 1893, yaitu *Gobius modigliani* dan *Eleotris squamifrons* (Eschmeyer & Fricke 2015). Spesimen kedua jenis tersebut disimpan di Museo Civico di Storia Naturale di Genova (MSNG) dengan nomor MSNG 12659 dan 12691. Namun saat ini keduanya merupakan sinonim dari jenis *Acentrogobius janthinopterus* dan *Butis amboinensis*.

Selama dua dasawarsa lalu, kegiatan penelitian di Pusat Penelitian Biologi dilakukan di pulau-pulau besar seperti Jawa, Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi (Hadiaty 1996, 2001ab, 2003abc, 2005, 2007, 2011ab; Hadiaty 2012, Hadiaty & Wirjoatmodjo 2003; Hadiaty & Siebert 2003, Hadiaty & Rachmatika 2003, Hadiaty *et al.* 2003, 2004, Hadiaty & Sauri, 2014, Salas *et al.* 2005). Penelitian di pulau-pulau besar berhasil mendeskripsi 32 ikan jenis baru yang belum pernah diketahui sebelumnya (Hadiaty & Siebert 1998, 2001; Hadiaty & Kottelat 2009abc, 2010; Hoese *et al.* 2015, Keith *et al.* 2014ab, Larson *et al.* 2014, Ng *et al.* 2001ab, 2004; Ng & Hadiaty 2005, 2008, 2009ab, 2011) serta satu genus dan jenis baru (Ng *et al.* 2015). Penelitian iktiofauna air tawar telah dilakukan pula di wilayah daratan Papua (Hadiaty 2008, 2009, Hadiaty *et al.* 2012). Dari penelitian di Papua diperoleh 25 ikan jenis baru (Graf *et al.* 2015, Hadiaty & Allen 2011, Allen & Hadiaty 2011, 2013, 2014; Allen *et al.* 2008, 2014, 2015bc).

Pada beberapa tahun terakhir kegiatan penelitian mulai beralih ke pulau-pulau kecil, diantaranya yaitu di Pulau (P.) Waigeo, P. Batanta, P. Muna, P. Halmahera, P. Bali, dan Kepulauan Aru. Di beberapa pulau kecil tersebut telah dideskripsikan 10 ikan jenis baru (Allen *et al.* 2015a, Nielsen *et al.* 2009, Parenti & Hadiaty

2010, Hoese *et al.* 2017, Keith & Hadiaty 2014, Keith *et al.* 2012).

Eksplorasi sumber daya hayati di P. Enggano dilakukan oleh para peneliti dari Pusat Penelitian Biologi, Kedeputan Ilmu Pengetahuan Hayati, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia pada bulan April-Mei 2015. Penelitian iktiofauna merupakan satu bagian dari kegiatan tersebut dan bertujuan untuk mengungkap keanekaragaman jenis ikan di pulau tersebut. Semua spesimen ikan hasil penelitian di P. Enggano ini dideposit di Museum Zoologicum Bogoriense (MZB). Di harapkan data iktiofauna P. Enggano ini menjadi dasar pertimbangan pemerintah daerah dalam pengelolaan sumber daya P. Enggano.

Bahan dan metode

Waktu dan lokasi

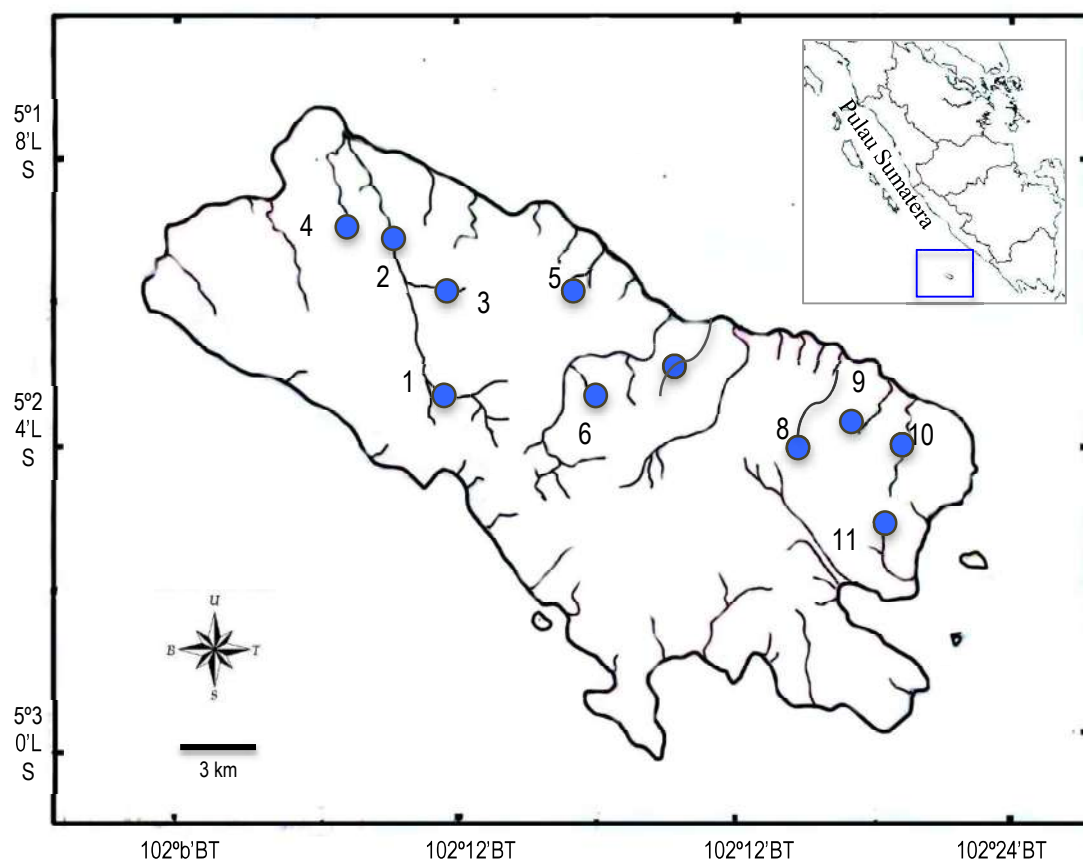
Penelitian dilakukan selama 20 hari, dari tanggal 16 April sampai 5 Mei 2015. Pemilihan lokasi penelitian mempertimbangkan keterwakilan tiga wilayah bentang alam P. Enggano, yaitu:

1. Wilayah barat, penelitian dilakukan di seputar Dusun Bendung, Desa Banjarsari. Di dusun ini ikan dikoleksi dari S. Kamayan, S. Kahabi, S. Paubah dan S. Kinono
2. Wilayah tengah, di sekitar kota Kecamatan Malakoni yaitu di S. Kipupu, S. Anno dan S. Paco
3. Wilayah timur, kegiatan penelitian dilakukan di Desa Kaana (S. Kikuba dan S. Apiko) dan Desa Kahyapu yaitu di S. Kahyapu, Alur dekat rumah mantan Kades.

Hampir semua perairan tersebut di atas mengalir ke arah utara dan satu alur sungai yang mengalir ke sisi timur. Penelitian tidak dilakukan di sungai ke arah selatan, karena faktor cuaca yang tidak bisa diprediksi di perairan yang mengalir ke Samudra Hindia tersebut.

Pengambilan contoh ikan dilakukan di 11 lokasi perairan air tawar di P. Enggano, Kecamatan Enggano, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu (Gambar 1) dengan rincian sebagai berikut:

1. Sungai Kamayan, 05° 21' 00.2" S;
102°10'46.4"E, Dusun (Dsn.) Bendung, Desa (Ds.) Banjarsari
2. Sungai Kahabi, 05° 19' 48.1" S;
102°10'54.6"E, Dsn. Bendung, Ds. Banjarsari
3. Sungai Paubah, anak S. Kahabi, 05° 20' 09.5" S; 102°10'14.9"E, Dsn. Bendung, Ds. Banjarsari
4. Sungai Kinono, 05° 19' 49.4" S;
102°09'47.9"E, Ds. Banjarsari
5. Sungai Kipupu, 05° 19' 48.1" S;
102°15'15.2"E, Ds. Meok
6. Sungai Anno, 05° 21' 35.2" S; 102°16'59.9"E, Desa Malakoni
7. Sungai Paco, anak S.Kuala Kecil, 05° 22' 35.2" S; 102°18'11.05"E, Ds. Malakoni
8. Sungai Kikuba, 05° 23' 04.6" S;
102°20'40.8"E, Ds. Kaana
9. Sungai Apiko, 5° 23.308' S; 102° 20.989' E ,
Desa Kaana
10. Sungai Kahyapu, 05° 25.288' S; 102° 22.308' E sebelah kantor BKSDA, Ds. Kahyapu
11. Alur sungai kecil, sebelah rumah mantan Kades Kahyapu, Ds. Kahyapu



Gambar 1. Lokasi penelitian di Pulau Enggano: 1. S. Kamayan, 2. Sungai Kahabi, 3. S. Paubah, 4. S. Kinono, 5. S. Kikupu, 6. S. Anno, 7. S. Paco, 8. S. Kikuba, 9. S. Apiko, 10. S. Kahyapu, 11. Alur dekat mantan Kades Kahyapu.

Koleksi, foto, dan fiksasi spesimen

Pengambilan contoh ikan dilakukan dengan menggunakan beberapa alat tangkap yaitu jaring tarik (*seine net*), setrum (electrosocker) dan serokan (*tray net*). Dari hasil koleksi dipilih beberapa ekor yang pola warna dan bentuk badannya terbaik dari jenis-jenis yang diperoleh. Ikan ini lalu dimasukkan dalam *breathing bag* untuk selanjutnya difoto dalam akuarium. Pola warna ikan selagi masih hidup didokumentasikan dan diambil segera setelah sampai di *base camp* dengan menggunakan kamera Nikon D80. Dokumentasi habitat ikan juga dilakukan.

Spesimen ikan lainnya dimasukkan kedalam *botol nalgene*, diberi label dan difiksasi dengan formalin 4%. *Nalgene* diletakkan pada baki plastik yang datar, dengan tujuan agar bentuk ikan menjadi lurus dan bagus, yang akan memudahkan saat identifikasi di laboratorium. Setelah ikan terawetkan dengan baik, tubuh ikan lalu dibungkus dengan kain kasa dan dijaga cukup lembab. Pembungkusan dengan kain kasa bertujuan untuk mengurangi berat specimen pada saat dibawa ke laboratorium.

Preparasi dan identifikasi

Ikan dicuci dari formalin, direndam dalam air selama beberapa jam, lalu disortir berdasarkan morfologi, dan kemudian dimasukkan dalam botol kaca berisi alkohol 70%. Botol yang digunakan disesuaikan dengan bentuk dan ukuran ikan tersebut. Selanjutnya ikan siap untuk diidentifikasi. Identifikasi dilakukan berdasarkan Allen (1991); Allen *et al.* (2000); Allen *et al.* (2008), Hoese & Allen (1983), Keith *et al.* (2013), Kottelat *et al.* (1993), Kottelat (2013).

Hasil

Penelitian ikan air tawar di P. Enggano berhasil mendapatkan 457 spesimen. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa ikan yang dikoleksi tergolong dalam 3 ordo, 11 famili dan 28 spesies (Tabel 1). Gobiidae merupakan famili yang terbanyak jenisnya (10 spesies) di perairan tawar P. Enggano, diikuti oleh Eleotridae yang terwakili oleh 5 spesies, Anguillidae dan Muraenidae dengan 3 spesies, Syngnathidae dan Kuhlidae diwakili 2 spesies, sedangkan 6 famili lainnya yaitu Anabantidae, Belontiidae, Channidae, Chandidae dan Apogonidae hanya 1 spesies (Gambar 1A).

Hasil koleksi di perairan tawar P. Enggano, Eleotridae merupakan famili yang terbanyak dikoleksi yaitu sejumlah 227 ekor atau 50% dari total spesimen koleksi. Famili Gobiidae dikoleksi sejumlah 120 ekor atau 26%, Familia Anguillidae dan Kuhlidae dikoleksi 24 ekor, Channidae dan Syngnathidae 21 ekor, Anabantidae 10 ekor; sedangkan Belontiidae, Opichthidae, Chandidae dan Apogonidae dikoleksi kurang dari 5 ekor (Gambar 1B).

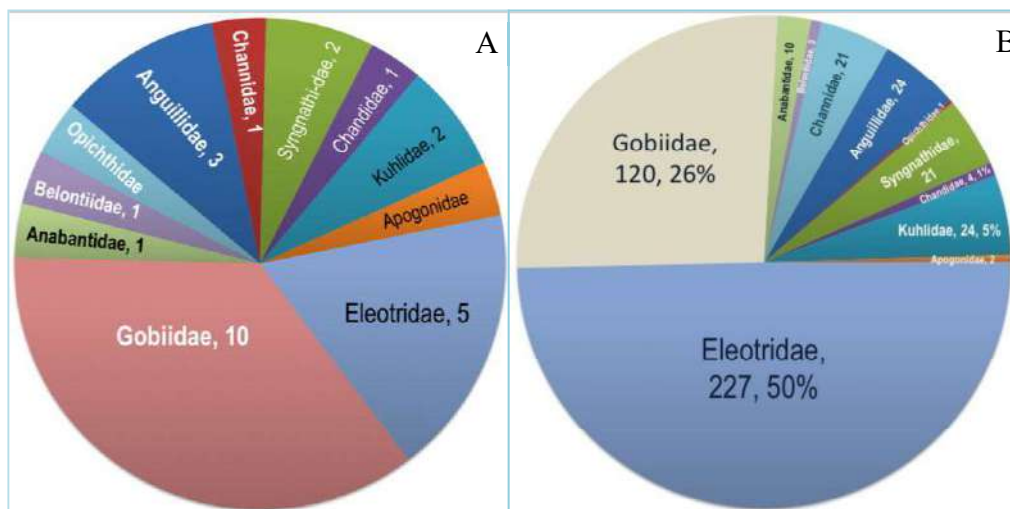
Di perairan sungai, jumlah jenis tertinggi diperoleh dari S. Paco yaitu sejumlah 16 spesies, sedangkan di S. Kipupu dan S. Kikuba masing-masing dengan 12 dan 10 spesies (Gambar. 2). Di S. Kahabi, S. Kahyapu dan Alur Kades diperoleh 7 jenis ikan, di S. Kinono dan S. Apiko didapat 4 jenis, sedangkan di S. Kamayan, S. Pau-bah dan S. Anno diperoleh tiga jenis ikan saja.

Hasil koleksi terbanyak juga diperoleh di S. Paco yaitu sebanyak 112 ekor, selanjutnya di S. Kipupu 75 ekor, S. Kikuba 69 ekor, Alur Kades 68, S. Kahabi 41 ekor sedangkan di sungai lainnya diperoleh ikan kurang dari 30 ekor.

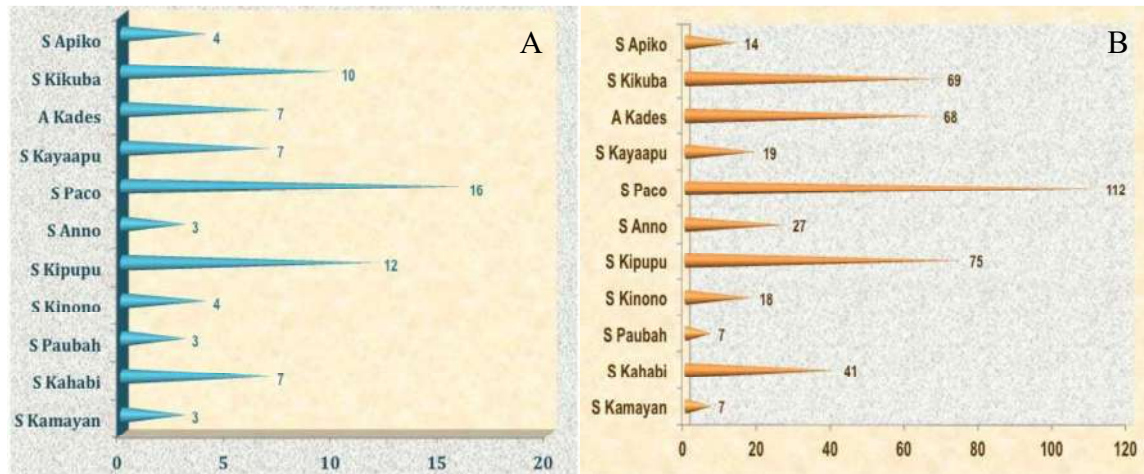
Tabel 1. Perolehan koleksi ikan di Pulau Enggano

No	Ordo	No	Familia	No	Species	Total
1	Anguilliformes	1	Anguillidae	1	<i>Anguilla bicolor</i>	10
				2	<i>Anguilla celebesensis</i>	1
				3	<i>Anguilla marmorata</i>	13
		2	Opichthidae	4	<i>Lamnostoma cf. mindora</i>	1
2	Syngnathiformes	3	Syngnathidae	5	<i>Microphis brachyurus</i>	9
				6	<i>Microphis</i> sp.	12
3	Perciformes	4	Chandidae	7	<i>Ambassis miops</i>	4
		5	Kuhliidae	8	<i>Kuhlia marginata</i>	10
				9	<i>Kuhlia rupestris</i>	14
		6	Apogonidae	10	<i>Apogon hyalosoma</i>	2
		7	Eleotridae	11	<i>Eleotris fusca</i>	165
				12	<i>Giuris margaritaceus</i>	30
				13	<i>Ophiocara ophicephalus</i>	3
				14	<i>Butis amboinensis</i>	5
				15	<i>Hypseleotris</i> sp.	24
		8	Gobiidae	16	<i>Glossogobius</i> sp.	41
				17	<i>Mugilogobius</i> sp.	1
				18	<i>Periophthalmus</i> sp.	1
				19	<i>Redigobius bikolanus</i>	10
				20	<i>Redigobius</i> sp.	12
				21	<i>Sicyopterus micrurus</i>	18
				22	<i>Sicyopterus</i> sp.	17
				23	<i>Stiphodon</i> nsp.*	8
				24	<i>Schismatogobius</i> sp.	7
				25	<i>Stenogobius</i> sp.	5
		9	Anabantidae	26	<i>Anabas testudineus</i>	10
		10	Belontiidae	27	<i>Trichopodus trichopterus</i>	3
		11	Channidae	28	<i>Channa striata</i> #	21
						457

Keterangan: * Diduga jenis baru, # Jenis ikan yang diduga diintroduksi ke P. Enggano



Gambar 1. Diagram hasil penelitian iktiofauna di P. Enggano: A. Familia dan jumlah jenis ikan; B. Familia, jumlah spesimen dan persentasinya



Gambar 2. Diagram hasil ikan air tawar di perairan sungai P. Enggano: A. Sungai dan jumlah spesies; B. Sungai dan jumlah spesimen.

Pembahasan

Dari 28 jenis ikan yang berhasil dikoleksi di perairan tawar P. Enggano, didominasi oleh famili Gobiidae yang terdiri atas 10 jenis yaitu *Asterropteryx* sp., *Amblygobius* cf *phalaena*, *Glossogobius* sp., *Istigobius* sp., *Mugilogobius* sp., *Periophthalmus argentimaculatus*, *Redigobius bikolanus*, *Redigobius* sp., *Sicyopterus micrurus*, *Sicyopterus* sp., *Stiphodon* nsp., *Schismatogobius* sp. dan *Stenogobius* sp.. Baru dua dari sepuluh jenis gobiid yang telah diketahui spesiesnya, sehingga perlu diteliti lebih lanjut karena grup ini berukuran kecil. Karakter kuncinya adalah pori-pori di kepala, gigi geligi, sisik yang memerlukan waktu khusus untuk mengidentifikasinya.

Selama ini hasil penelitian di wilayah perairan Indonesia bagian barat menunjukkan bahwa Famili Cyprinidae mendominasi perolehan koleksi ikan (Hadiaty 2001a, 2005, 2011ab, Hadiaty & Sauri 2014), sedangkan di wilayah Indonesia bagian timur Famili Gobiidae mendominasi perolehan jenis ikan (Hadiaty 1996,

2008, 2009, Hadiaty *et al.* 2012). Dominasi ikan gobiid di P. Enggano menyerupai perolehan koleksi di Indonesia bagian timur, sekalipun pulau ini berada di wilayah Indonesia bagian barat. Hal ini sesuai dengan sejarah geografis pulau ini yang tidak pernah menyatu dengan P. Sumatera, seperti halnya pulau-pulau di Indonesia timur yang tidak pernah menyatu dengan paparan Sunda atau Sahul seperti tertera dalam peta Asia Tenggara yang disampaikan oleh Voris (2000). Sebagian besar Famili Gobiidae hidup di laut. Jenis-jenis ikan gobiid yang hidup di air tawar saat ini merupakan hasil adaptasi dalam waktu yang sangat lama.

Satu jenis ikan gobiid di P. Enggano sangat menarik yaitu *Stiphodon* nsp. (Gambar 3a) yang diduga merupakan jenis baru. Ikan ini punya pola warna yang sangat jauh berbeda bila dibandingkan dengan jenis-jenis *Stiphodon* yang telah dideskripsi sebelumnya. Pola warna tubuhnya seperti warna pelangi: biru muda, kuning, merah jambu dari kepala sampai ke ekornya. Saat mendapat spesimen pertama jenis ini di S. Paco,



Gambar 3. Hasil koleksi di Sungai Paco: a. Ikan yang diduga merupakan jenis baru, *Stiphodon* nsp.; b-c. Sungai Paco yang berair jernih, dangkal dan berbatu, habitat yang nyaman bagi genus ini.

dengan penuh semangat kami menyusur ke arah hulu, mencarinya di habitat berbatu yang airnya mengalir cukup deras. Hasil koleksi mendapatkan delapan spesimen yang saat ini dideposit di Laboratorium Iktiologi dengan nomor MZB 22822. Selanjutnya, spesies ini akan dideskripsikan sebagai jenis baru.

Hasil penelitian di 11 perairan tawar P. Enggano, koleksi di S. Paco tertinggi jumlah spesiesnya yaitu 16 jenis, diikuti oleh S. Kipupu dengan 12 jenis dan S. Kikuba dengan 10 jenis, dari Alur Kades dijumpai 8 jenis, sedangkan di S. Kayaapu dan S. Kahabi dijumpai 7 jenis. Dari lima sungai lainnya hanya dijumpai kurang dari 5 jenis (Gambar 2A). Dari perolehan spesimen, S. Paco tertinggi yaitu 112 ekor, S. Kipupu 75 ekor, S. Kikuba 69 ekor dan Alur Kades 68 ekor, sedangkan ke tujuh sungai lainnya diperoleh spesimen kurang dari 50 ekor (Gambar 2B). Dari perolehan ini jelas terlihat bahwa perairan di wilayah

barat (S. Kamayan, S. Kahabi, S. Paubah, dan S. Kinono) perolehan jenis dan jumlah spesimen lebih sedikit daripada wilayah tengah (S. Paco, S. Kipupu & S. Anno) dan timur (S. Kayaapu, Alur Kades & S. Kikuba & S. Apiko) dari P. Enggano. Hal ini disebabkan di wilayah barat, banyak pendatang dari Jawa, dekat dengan wilayah transmigran, sungainya relatif panjang dan jauh dari pantai. Banyak penduduk mencari ikan di sungai untuk memenuhi kebutuhan protein hewani. Alat yang digunakan adalah setrum atau *electric fishing*. Dengan demikian jumlah spesies dan spesimen yang diperoleh lebih sedikit dibandingkan dengan jenis dan spesimen ikan dari wilayah tengah dan timur P. Enggano, yang letaknya memang relatif dekat dengan pantai sehingga penduduk lebih memilih untuk mendapatkan ikan dari laut.

Jenis ikan air tawar yang terbanyak dikoleksi di P. Enggano adalah *Eleotris fusca* (Gambar 4a)

yaitu sebanyak 166 ekor. Ikan ini dijumpai di 10 lokasi penelitian. Dua jenis ikan yang sudah diketahui dari perairan P. Enggano oleh Perugia (1893) adalah jenis *Acentrogobius janthinopterus* dan *Butis amboinensis*. Hasil penelitian kami berhasil mengoleksi *B. amboinensis* (Gambar 4b), namun tidak berhasil mendapatkan *A. janthinopterus*.

Beberapa jenis ikan lain yang menarik dari perairan di P. Enggano antara lain *Hypseleotris* sp., *Redigobius* sp., *Stenogobius* sp. dan *Schismatogobius* sp. (Gambar 5). Tidak tertutup kemungkinan bila jenis-jenis ini merupakan spesies endemik di P. Enggano, namun diperlukan penelitian lebih lanjut dan waktu khusus untuk mengetahui status taksonominya.

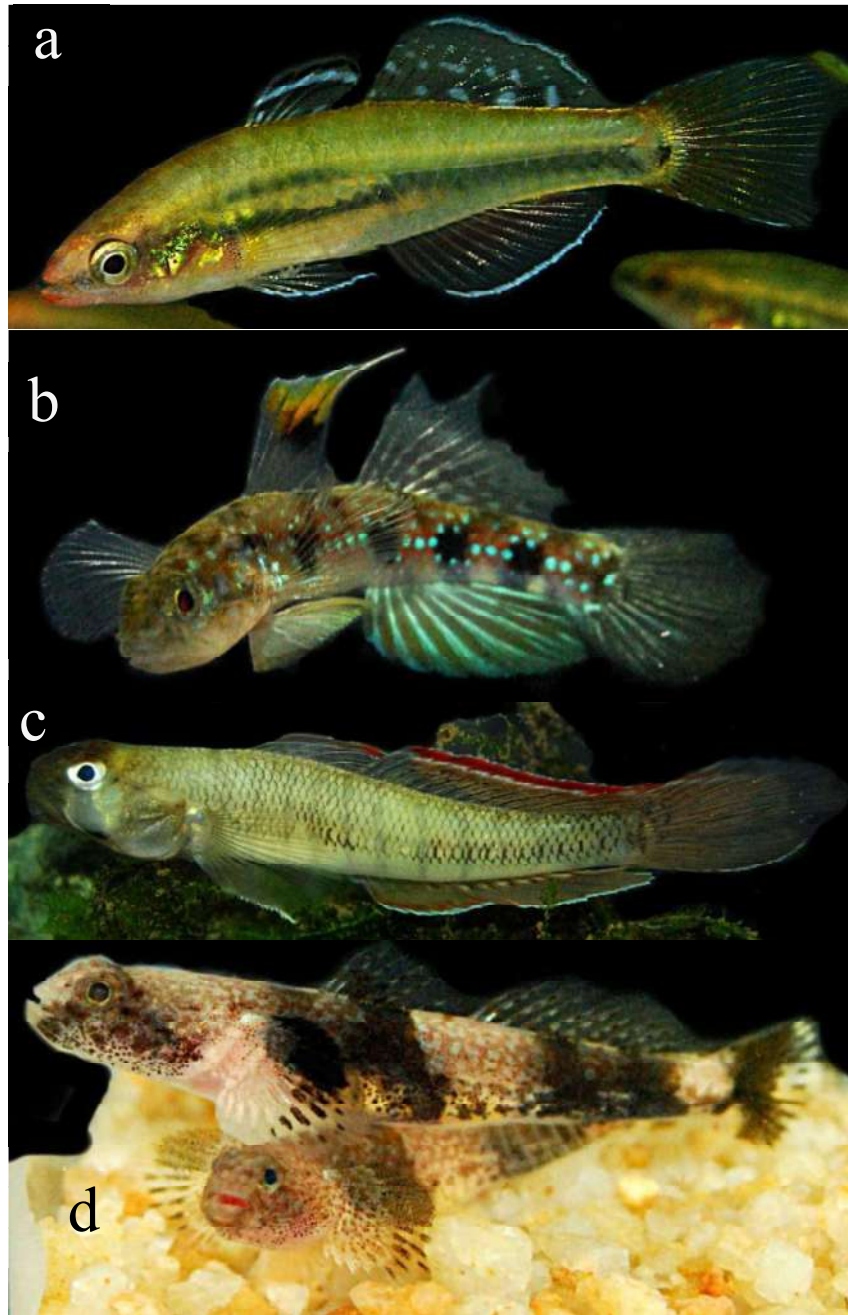
Dua jenis diduga diintroduksi ke P. Enggano yaitu *Channa striata* (lebih dikenal sebagai ikan gabus) dan *Trichopodus trichopterus* (sepat), namun tidak diketahui waktu introduksinya. Sebetulnya ada informasi yang menyatakan bahwa di Desa Banjarsari (transmigran) masyarakat membudidayakan ikan yang bukan berasal dari Indo-

nesia yaitu lele dumbo, *Clarias gariepinus* dan mujair *Oreochromis mossambicus*. Namun kami tidak berkesempatan untuk mengoleksinya. Hal yang menggembirakan bahwa jenis-jenis introduksi tersebut tidak meluas ke wilayah tengah dan timur perairan P. Enggano. Jenis-jenis ikan introduksi kemungkinan dibawa oleh para transmigran dari P. Jawa yang bermukim di Desa Banjarsari, demikian pula dengan kebiasaan untuk mengambil ikan dengan *electric fishing*.

Koleksi di dusun Bendung dilakukan di perairan hulu sungai yang relatif jauh dari muara menyebabkan hampir tiap rumah memiliki *electric fishing* untuk memenuhi kebutuhan protein hewani dengan mencari ikan di sungai. Target utama penangkapan adalah ikan sidat (*Anguilla* spp.) dan gabus (*Channa striata*), namun kegiatan ini berimbas pada biodiversitas ikan di sungai. Koleksi selama tiga hari hanya mendapatkan tujuh jenis ikan dan tidak terlihat anakan ikan yang berenang di tepi perairan. Jumlah jenis dan spesimen koleksi di wilayah ini paling sedikit dibanding di tengah dan timur pulau.



Gambar 4. Ikan yang paling umum dijumpai di perairan P. Enggano: a. *Eleotris fusca*; b. ikan *Butis amboinensis*



Gambar 5. Beberapa jenis ikan yang perlu diteliti lebih lanjut dari perairan P Enggano: a. *Hypseleotris* sp., b. *Redigobius* sp. c. *Stenogobius* sp. dan d. *Schismatogobius* sp.

Tabel 2. Nama dan jumlah spesies hasil koleksi di P. Enggano yang dideposit di Museum Zoologicum Bogoriense (MZB)

No	Nama Spesies	Jumlah (individu)	Nomor MZB
1	<i>Giuris margaritaceus</i>	3	22784
2	<i>Anguilla marmorata</i>	1	22785
3	<i>Channa striata</i>	3	22786
4	<i>Anguilla marmorata</i>	2	22787
5	<i>A. celebesensis</i>	1	22788
6	<i>Anguilla bicolor</i>	1	22789
7	<i>Eleotris fusca</i>	8	22790
8	<i>Channa striata</i>	10	22791
9	<i>Sicyopterus micrurus</i>	2	22792
10	<i>Sicyopterus</i> sp.	17	22793
11	<i>Anabas testudineus</i>	1	22794
12	<i>Sicyopterus micrurus</i>	5	22795
13	<i>Eleotris fusca</i>	1	22796
14	<i>Anguilla marmorata</i>	2	22797
15	<i>Channa striata</i>	3	22798
16	<i>Sicyopterus micrurus</i>	2	22799
17	<i>Eleotris fusca</i>	11	22800
18	<i>Anguilla bicolor</i>	1	22801
19	<i>Anabas testudineus</i>	4	22802
20	<i>Ambassis miops</i>	1	22803
21	<i>Channa striata</i>	1	22804
22	<i>Eleotris fusca</i>	11	22805
23	<i>Ophiocara ophicephalus</i>	3	22806
24	<i>Giuris margaritaceus</i>	3	22807
25	<i>Hypseleotris</i> sp.	24	22808
26	<i>Kuhlia rupestris</i>	7	22809
27	<i>Microphis brachyurus</i>	4	22810
28	<i>Microphis</i> sp.	4	22811
29	<i>Redigobius</i> sp.	12	22812
30	<i>Eleotris fusca</i>	21	22813
31	<i>Giuris margaritaceus</i>	4	22814
32	<i>Glossogobius</i> sp.	2	22815
33	<i>Anguilla marmorata</i>	4	22816
34	<i>Anguilla bicolor</i>	3	22817
35	<i>Eleotris</i> cf. <i>fusca</i>	47	22818
36	<i>Lamnostomma</i> sp.	1	22819
37	<i>Stenogobius</i> sp.	3	22820
38	<i>Butis amboinensis</i>	5	22821
39	<i>Stiphodon</i> nsp.	8	22822
40	<i>Kuhlia rupestris</i>	1	22823
41	<i>Giuris margaritaceus</i>	3	22824
42	<i>Periophthalmus argentilineatus</i>	1	22825
43	<i>Mugilogobius</i> sp.	1	22826
44	<i>Channa striata</i>	1	22827
45	<i>Microphis</i> sp.	4	22828
46	<i>Microphis brachyurus</i>	3	22829
47	<i>Redigobius bikolanus</i>	10	22830
48	<i>Glossogobius</i> sp.	17	22831
49	<i>Anabas testudineus</i>	5	22832
50	<i>Channa striata</i>	3	22833
51	<i>Trichopodus trichopterus</i>	3	22834
52	<i>Apogon</i> sp.	2	22835
53	<i>Ambassis miops</i>	3	22836

Tabel 2. (lanjutan) Nama dan jumlah spesies hasil koleksi di P. Enggano yang dideposit di Museum Zoologicum Bogoriense (MZB)

No	Nama Spesies	Jumlah (individu)	Nomor MZB
54	<i>Microphis brachyurus</i>	2	22837
55	<i>Microphis</i> sp.	1	22838
56	<i>Anguilla bicolor</i>	4	22839
57	<i>Eleotris fusca</i>	24	22840
58	<i>Schismatogobius</i> sp.	5	22841
59	<i>Stenogobius</i> sp.	1	22842
60	<i>Kuhlia marginata</i>	6	22843
61	<i>Microphis</i> sp.	1	22844
62	<i>Glossogobius</i> sp.	15	22845
63	<i>Giuris margaritaceus</i>	12	22846
64	<i>Anguilla marmorata</i>	3	22847
65	<i>Giuris margaritaceus</i>	3	22848
66	<i>Microphis</i> sp.	2	22849
67	<i>Schismatogobius</i> sp.	2	22850
68	<i>Kuhlia rupestris</i>	6	22851
69	<i>Kuhlia marginata</i>	4	22852
70	<i>Glossogobius</i> sp.	7	22853
71	<i>Stenogobius</i> sp.	1	22854
72	<i>Sicyopterus micrurus</i>	9	22855
73	<i>Eleotris fusca</i>	32	22856
74	<i>Anguilla bicolor</i>	1	22857
75	<i>Anguilla marmorata</i>	1	22858
76	<i>Eleotris fusca</i>	10	22859
77	<i>Giuris margaritaceus</i>	2	22860
		457	

Di bagian tengah dan timur pulau, ikan sungai tidak dicari oleh penduduk karena permukiman berada di tepi pantai, sehingga mereka lebih menyukai untuk mencari ikan di laut. Hal ini menyebabkan ikan sungai tidak terganggu, terlihat dari perolehan koleksi ikan dengan jenis dan jumlah ikan yang lebih banyak.

Semua kegiatan koleksi iktiofauna di P. Enggano dilakukan di sungai-sungai yang mengalir ke arah utara dan di pantai sebelah utara. Data keanekaragaman iktiofauna di pulau ini akan lebih lengkap bila ada kesempatan untuk melakukan penelitian di perairan sungai atau pantai yang mengalir ke sebelah selatan P. Enggano. Diduga akan diperoleh penambahan jenis ikan yang hidup di P. Enggano, mungkin akan dapat diperoleh ikan yang pernah dikemukakan oleh Perugia yaitu *Acentrogobius janthinopterus* dan jenis-jenis lainnya. Dua jenis ikan air tawar telah dilakukan oleh Perugia tahun 1893, yaitu jenis

Acentrogobius janthinopterus dan *Butis amboinensis*. Ke dua jenis tersebut disimpan di Museo Civico di Storia Naturale di Genova (MSNG) dengan nomor MSNG 12659 dan 12691.

Penelitian ikan air tawar di P. Enggano belum pernah dilakukan peneliti Indonesia sebelumnya, sehingga semua koleksinya merupakan rekor baru untuk Museum Zoologicum Bogoriense (MZB). Semua spesimen, 457 ekor dari 11 perairan P. Enggano tersebut telah diregistrasi dan dimasukkan dalam buku katalog di Laboratorium Iktologi, Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi. Koleksi ikan tersebut telah dicatat dalam 77 nomor MZB (Tabel 2).

Satu hal yang perlu mendapat perhatian terjadi di S. Apiko yang dikenal juga dengan nama Sungai Dam Seng di Desa Kaana. Dikatakan demikian karena sungai ini dibendung menggunakan pintu besi dan seng. Sungai ini dibendung untuk mengaliri sawah di sekitar area tersebut.

Akibatnya, tidak ada ikan gobiid *Sicyopterus*, *Stiphodon* dan lainnya di arah hulu dari dam tersebut. Ikan Gobiidae bersifat amfidromous, yaitu tumbuh dan memijah di perairan tawar namun anaknya akan menuju ke laut, berkembang di laut, namun akan kembali lagi ke perairan darat dan mengalami metamorfosis menjadi dewasa dan bereproduksi (Keith *et al.* 2015b).

Guna melestarikan keanekaragaman iktiofauna di Pulau Enggano, sebaiknya ada pembatasan atau peraturan dalam penggunaan *electric fishing* terutama di daerah hulu, yang jauh dari pantai. Pada sungai yang dibendung, sebaiknya dibuat aliran (*run way*) bagi anakan ikan yang akan kembali ke sungai. Beberapa jenis ikan misalnya sidat, *Anguilla* spp. dan mungkus, *Sicyopterus* spp. melakukan pemijahan di perairan laut, anaknya akan kembali ke sungai. Apabila dilakukan pembendungan untuk irigasi maka anakan ikan tidak dapat kembali ke sungai, sehingga di bagian hulu tidak ada lagi jenis-jenis ikan tersebut.

Simpulan

Telah diperoleh 28 jenis ikan yang tergolong dalam 11 familia, 3 ordo. Koleksi di 11 perairan P. Enggano yang terdiri atas 10 sungai dan 1 alur sungai berhasil mendapatkan 457 ekor ikan. Koleksi tersebut merupakan rekor baru untuk MZB dan telah dicatat dalam 77 nomor, yaitu MZB 22784 sampai dengan MZB 22860. Satu jenis diantaranya, *Stiphodon* sp diduga merupakan jenis baru, beberapa jenis lainnya seperti *Hypseleotris* sp., *Redigobius* sp., *Stenogobius* sp. dan *Schismatogobius* sp. perlu diteliti lebih lanjut untuk mengetahui status taksonominya.

Persantunan

Ucapan terima kasih disampaikan kepada para pimpinan LIPI. Penghargaan dan rasa terima

kasih kami sampaikan pula pada para koordinator proyek P. Enggano, Amir Hamidy, Sigit Wiantoro, Oscar, Ujang Nurhaman serta semua tim LIPI tim ekspedisi P. Enggano. Rasa kebersamaan, senasib sepenanggungan dan kekompakan yang terjalin sangat menunjang kegiatan penelitian. Terima kasih pada Bapak dan Ibu Bambang yang menampung kami di rumah dan halaman beliau, Mas Slamet yang membantu menangkap ikan dengan tambahan elektrik fishingnya di Dusun Bendung, Desa Banjarsari. Terima kasih pada Bapak dari BKSDA P. Enggano, Keluarga Bapak bekas kepala desa Kahyaapu dan semua yang telah membantu selama pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

Daftar pustaka

- Adrim M. 2007. Komunitas ikan karang di perairan Pulau Enggano, Provinsi Bengkulu. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 33(1): 139-158.
- Allen GR. 1991. *Field Guide to the Freshwater Fishes of New Guinea*. Christensen Research Institute, Madang.
- Allen GR, Kent GH, Renyaan SJ. 2000. *Freshwater Fishes of the Timika Region New Guinea*. Perth, Western Australia, P.T. Freeport Indonesia and Tropical Reef Research.
- Allen GR, Unmack PJ, Hadiaty RK. 2008: Two new species of rainbowfishes (Melanotaenia: Melanotaeniidae), from, western New Guinea (Papua Barat Province, Indonesia). *Aqua International Journal of Ichthyology*, 14 (4): 209-224
- Allen GR, Hadiaty RK. 2011. A new species of rainbowfish (Melanotaeniidae) from western New Guinea (West papua Province, Indonesia). *ANGFA, Fishes of Sahul*, 25(1): 601-607.
- Allen GR, Hadiaty RK. 2013. *Melanotaenia sneideri*, a new species of rainbowfish (Melanotaeniidae) from West Papua Province, Indonesia. *Aqua International Journal of Ichthyology*, 19 (3): 137-146.
- Allen GR, Hadiaty RK. 2014. Two new species of freshwater gudgeons (Eleotridae: Mor-

- gurnda) from the Arguni Bay Region of West Papua, Indonesia. *Aqua International Journal of Ichthyology*, 20(2): 97-110.
- Allen GR, Hadiaty RK, Unmack PJ. 2014. *Melanotaenia flavipinnis*, a new species of Rainbowfish (Melanotaeniidae) from Misool island, West Papua Province, Indonesia. *Aqua International Journal of Ichthyology*, 20(1): 35-52.
- Allen GR, Hadiaty RK, Unmack PJ, Erdmann MV. 2015a. Rainbowfishes (Melanotaenia: Melanotaeniidae) of the Aru Islands, Indonesia with descriptions of five new species and redescription of *M. patoti* Weber and *M. senckenbergianus* Weber. *Aqua International Journal of Ichthyology*, 21(2): 66-108.
- Allen GR, Unmack PJ, Hadiaty RK. 2015b. *Melanotaenia rubrivittata*, a new species of rainbowfish (Melanotaeniidae) from Northwestern Papua Province, Indonesia. *Fishes of Sahul*, 29 (1): 846-858.
- Allen GR, Erdmann MV, Hadiaty RK. 2015c. *Acentrogobius limarius* a new species of goby (Pisces: Gobiidae) from West Papua Province, Indonesia. *Journal of the Ocean Science Foundation* 15: 33-40.
- Badan Informasi Geospasial (BIG). 2015. <http://www.bakosurtanal.go.id/berita-surta/show/indonesia-memiliki-13-466-pulau-yang-terdaftar-dan-berkoordinat>. Diakses tanggal 31 Oktober 2015.
- Eschmeyer WN, Fricke R (eds). 2015. *Catalog of Fishes: Genera, Species, References*. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Electronic version accessed 2 April 2015.
- Graf JA, Herder F, Hadiaty RK. 2015. A new species of rainbowfish (Melanotaeniidae), *Melanotaenia garylangei*, from western new guinea (Papua Province, Indonesia). *ANGFA, Fishes of Sahul* 29(2): 870-881.
- Hadiaty RK. 1996. Keanekaragaman jenis ikan dan ekosistemnya di Taman Nasional Bogani-nani Wartabone, Sulawesi Utara. Laporan teknik penelitian dan pengembangan biota berdaya guna, Puslitbang Biologi – LIPI.
- Hadiaty RK. 2001a. Fauna ikan di Cagar Alam Muara Kendawangan, Kalimantan Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 1(2): 1-9.
- Hadiaty RK. 2001b. A new record of *Puntius gemellus* from Muara Kendawangan Reserve Nature, West Kalimantan. *Zoo Indonesia* 28: 36-37.
- Hadiaty RK. 2003a. Sejarah penelitian dan potensi pengembangan fauna ikan asli Jabodetabek di areal situ-situ. In: Ubaidillah & Maryanto (Eds.). Manajemen Bioregional Jabodetabek: Profil dan Strategi Pengelolaan Situ, Rawa dan Danau. Pusat Penelitian Biologi-LIPI.
- Hadiaty RK. 2003b. Struktur bibir ikan *Osteochilus partilineatus* Kott. dan perbandingannya dengan 7 jenis *Osteochilus* lainnya. *Berita Biologi*, 6(4): 583-588.
- Hadiaty RK. 2003c. Kajian morfologi *Parosphromenus* spp. (Teleostei: Belontiidae) di Indonesia. *Ekologia*, 3(2): 21-27.
- Hadiaty RK. 2005. Keanekaragaman jenis ikan di Taman Nasional Gunung Leuser, Sumatera. *Jurnal Biologi Indonesia*, 3(9): 379- 388.
- Hadiaty RK. 2007. Kajian ilmiah ikan pelangi, *Marosatherina ladigesii* (Ahl 1936), Fauna endemik Sulawesi. *Berita Biologi*, 8(6): 473-479.
- Hadiaty RK. 2008. Biodiversitas ikan di Pulau Waigeo, Kabupaten Raja Ampat, Propinsi Papua. *Laporan Teknik*. Pusat Penelitian Biologi.
- Hadiaty RK. 2009. Biodiversitas ikan di Pulau Batanta, Kabupaten Raja Ampat, Propinsi Papua. *Laporan Teknik*. Pusat Penelitian Biologi.
- Hadiaty RK. 2011a. Diversitas dan hilangnya jenis-jenis ikan di Sungai Ciliwung dan Sungai Cisadane. *Berita Biologi*, 10(4): 491-504.
- Hadiaty RK. 2011b. Diversitas dan kehilangan jenis ikan di danau-danau aliran Sungai Cisadane. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 11(2): 143-157.
- Hadiaty RK. 2012. Ikan. In: Suhardjono & Ubaidillah (Eds.). *Fauna Karst dan Gua Maros, Sulawesi Selatan*. LIPI Press.
- Hadiaty RK, Siebert DJ 1998. Two new species of *Osteochilus* (Teleostei: Cyprinidae) from Sungai Lembang, Suag Balimbing Research Station, Gunung Leuser National Park, Aceh, Nordwestern Sumatra. *Revue Franchise d'Aquariologie Herpetologie Journal*, 25 (1-2): 1-4.

- Hadiaty RK, Siebert DJ. 2003. Sex dimorphism and notes on the biology of *Osteochilus partilineatus* Kott from Putat River, Sanggau, West Kalimantan. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 10(2): 117-120.
- Hadiaty RK, Rachmatika I. 2003. Morphological structure of *Latimeria menadoensis* scales. *Treubia* 33(1): 1-11.
- Hadiaty RK, Wirjoatmodjo S. 2003. Studi pendahuluan: Biodiversitas dan distribusi ikan endemik di Danau Matano, Sulawesi Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 2(2): 23-29.
- Hadiaty RK, Nyanti L, Zainuddin, Suhitno. 2003. *Biodiversity and Distribution of the Fishes at Pa'Raye, Kayan Mentarang National Park, East Kalimantan, Indonesia*. A joint expedition between Indonesia and Malaysia, Funded by ITTO, Dept. of Forestry, LIPI. Published in CD version.
- Hadiaty RK, Wirjoatmodjo S, Sulistiono, MF Rahardjo. 2004. Perjalanan dan koleksi ikan di Danau Mahalona, Lantoa dan Masapi, Sulawesi Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 4(1): 31-42.
- Hadiaty RK, Siebert DJ. 2001. *Nemacheilus tuberigum*, a new species of loach (Teleostei: Balitoridae) from Aceh, north-western Sumatra, Indonesia. *Bulletin of Natural History Museum London (Zoology)*, 67(2): 183-189.
- Hadiaty RK, Kottelat M. 2009a. *Rasbora lacrimula*, a new species of cyprinid fish from eastern Borneo (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyological Exploration Freshwater Journal*, 20 (2): 105-109.
- Hadiaty RK, Kottelat M. 2009b. *Pangio lidi*, a new species of loach from eastern Borneo, Indonesia (Teleostei: Cobitidae). *Zootaxa* 2171: 65-68 (2009).
- HadiatyRK, Kottelat M. 2009c. *Nemacheilus tebo*, a new loach from Sangkulirang Karst, East Kalimantan, Indonesia (Teleostei: Nemacheilidae). *Raffles Bulletin of Zoology*, 57(1): 119-125.
- Hadiaty RK, Kottelat M. 2010. *Nemacheilus marang*, a new loach (Teleostei: Nemacheilidae) from Sangkulirang karst, Eastern Borneo. *Zootaxa* 2557: 39-48.
- Hadiaty RK, Allen GR, Erdmann MV. 2012. Keanekaragaman jenis ikan Kaimana, Papua Barat. *Zoo Indonesia*, 21(2): 35-42.
- Hadiaty RK, Sauri S. 2014. Diversitas ikan air tawar di DAS Selalir, Tau Lumbis, Kalimantan Utara. In Irham M, Dewi K (Editor). *Keanekaragaman Hayati di Beranda Negeri*: PT Eaststar Adhi Citra. pp 197-207
- Hadiaty RK, Allen GR. 2011. *Glossamia* nsp., a new species of freshwater cardinalfish (Apogonidae) from West Papua Province, Indonesia). *Aqua Journal of Ichthyology*, 17(3): 173-180.
- Hoesel DF, Allen GR. 1983. A review of the Gudgeon Genus *Hypseleotris* (Pisces: Eleotridae) of Western Australia, with descriptions of three new species. *Record of Western Australia Museum*, 10 (3): 243-261
- Hoesel DF, Hadiaty RK, Herder F. 2015. Review of the dwarf *Glossogobius* lacking head pores from the Malili Lakes, Sulawesi, with a discussion of the definition of the genus. *Raffles Bulletin of Zoology* 63 (1): 14-26.
- Hoesel D, Allen GR, Hadiaty RK. 2017. Description of three new species of dwarf *Glossogobius* from New Guinea and northern Australia. *Cybio*, 41(2): 179-193.
- Keith P, Hadiaty RK, Lord C. 2012. A new species of *Belobranchius* (Teleostei: Gobiidae: Eleotridae) from Indonesia. *Cybio*, 36(3): 479-484.
- Keith P, Marquet G, Gerbeaux P, Vigneux E, Lord C. 2013. *Freshwater Fish and Crustaceans of Polynesia: Taxonomy, Ecology, Biology and Management*. Société Française d'Ichthyologie, Paris. 282 p.
- Keith P, Hadiaty RK. 2014. *Stiphodon annieae*, a new species of freshwater goby from Indonesia (Gobiidae). *Cybio*, 38(4): 267-272.
- Keith P, Hadiaty RK, Busson F, Hubert N. 2014. A new species of *Sicyopus* (Gobiidae) from Java and Bali. *Cybio* 38(3): 173-178.
- Keith P, Hadiaty RK, Hubert N, Busson F, Lord C. 2014. Three new species of *Lentipes* from Indonesia. *Cybio*, 38(2): 133-146.

- Keith P, Lord C, Maeda K. 2015b. *Indo-Pacific Sicydiine Gobies: Biodiversity, Life Straits and Conservation*. Société Française d'ichthyologie.
- Kottelat M, Whitten T, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Peripplus Edition, EMDI Project. Singapore, printed in Indonesia. 293p, 84 pls.
- 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. *The Raffles Bulletin of Zoology*, supplement no. 27. 663 p.
- Larson HK, Geiger MF, Hadiaty RK, Herder F. 2014. *Mugilogobius hitam*, a new species of freshwater goby (Teleostei: Gobioidae: Gobiidae) from Lake Towuti, Central Sulawesi, Indonesia. *Raffles Bulletin of Zoology* 62: 718–725.
- Perugia A. 1893. Sopra alcuni Pesci di Engano raccolti dal Dott. Elio Modigliani. *Annali del Museo Civico di Storia Naturale di Genova*, 13 (2): 251-255.
- Ng HH, Wirjoatmodjo S, Hadiaty RK. 2001a. *Mystus punctifer*, a new species of bagrid catfish (Teleostei: Siluriformes) from northern Sumatra. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 49(2): 355-358.
- Ng HH, Wirjoatmodjo S, Hadiaty RK. 2001b. *Hemibagrus caveatus*, a new species of bagrid catfish (Teleostei: Siluriformes) from northern Sumatra. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 49(2): 359-361.
- Ng HH, Wirjoatmodjo S, Hadiaty RK. 2004. *Kryptopterus piperatus*, a new species of silurid catfish (Teleostei: Siluriformes) from northern Sumatra. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 15(1): 91-95
- Ng HH, Hadiaty RK. 2005. Two new bagrid catfishes (Teleostei: Bagridae) from Alas River drainage, Northern Sumatra. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 16 (1): 83-92.
- Ng HH, Hadiaty RK. 2008. *Glyptothorax plectilis*, a new species of hillstream catfish from northern Sumatra (Teleostei: Sisoridae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 157: 137-147.
- Ng HH, Hadiaty RK. 2009a. *Glyptothorax ketambe*, a new catfish from northern Sumatra (Teleostei: Sisoridae). *Zootaxa* 2085: 61-68.
- Ng HH, Hadiaty RK. 2009b. *Ompok brevirectus*, a new catfish (Teleostei: Siluridae) from Sumatra. *Zootaxa* 2232: 50-60.
- Ng HH, Hadiaty RK. 2011. *Clarias microspilus*, a new walking catfish (Teleostei: Clariidae) from northern Sumatra, Indonesia. *Journal of Threatened Taxa*, 3(3): 1577-1584.
- Ng HH, Hadiaty RK, Lundberg JG, Luckenbill KR. 2015. A new genus and species of bagrid catfish from northern Sumatra (Siluriformes: Bagridae). *Proceeding of the Academy of Natural Science of Philadelphia*, August 2015: 149-157.
- Nielsen JG, Schwarzhans W, Hadiaty RK. 2009. A blind, new species of Diancistrus (Teleostei, Bythitidae) from three caves on Muna Island, southeast of Sulawesi, Indonesia. *Cybium*, 33(3): 241-245.
- Parenti LR, Hadiaty RK. 2010. A new, remarkably colorful, small ricefish of the genus *Oryzias* (Beloniformes, Adryanichthyidae) from Sulawesi, Indonesia. *Copeia* 2010, 2: 268-273.
- Salas LA, Bedos A, Deharveng L, Fryer S, Hadiaty RK, Heryanto, Munandar, Nardiyono, Noerdjito M, Noerdjito W, Rahmadi C, Riyanto A, Rofik A, Ruskamdi A, Struëbig MJ, Suhardjono Y, Suyanto A, Vermeulen JJ, Walck C, Wiriadinata H, Meijaard E, Stanley E. 2005. Biodiversity, endemism and the conservation of limestone karsts in the Sangkulirang Peninsula, Borneo. *Biodiversity*, 6(2): 15-23.
- Voris HK. 2000. Maps of Pleistocene sea levels in Southeast Asia: shorelines, river systems and time durations. *Journal of Biogeography*, 27 (5): 1153-1167
- <http://news.kkp.go.id/index.php/indonesia-laparkan-16-056-pulau-bernama-ke-pbb/>, diakses tanggal 17 September 2017

Perbaikan performa reproduksi ikan komet (*Carassius auratus auratus* Linnaeus 1758) melalui pemberian tepung otak sapi sebagai GnRH alami

[Improvement of reproductive performance comet fish (*Carassius auratus auratus* Linnaeus 1758) through the provision of meal cow's brain as a natural GnRH]

Ujang Subhan^{1✉}, Yuli Andriani¹, Kiki Haetami¹, Rosidah¹ Abi Muhamad Abdillah²

¹ Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran
Jln. Raya Jatinangor Km 21, Sumedang 45363

² Alumnus Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran

Diterima: 09 Maret 2017; Disetujui: 03 Oktober 2017

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis tepung otak sapi pada pakan yang berpengaruh terhadap performa telur dan fekunditas ikan komet. Penelitian dilaksanakan di panti benih Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran pada bulan November 2014 sampai dengan Januari 2015. Pengeringan beku otak sapi dilakukan di Pusat Penelitian AntarUniversitas Institut Teknologi Bandung. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri atas 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu 20 mg kg⁻¹ induk, 35 mg kg⁻¹ induk, 50 mg kg⁻¹ induk dan perlakuan kontrol. Parameter yang diamati yaitu sebaran telur, diameter telur, dan fekunditas relatif menggunakan metode gravimetrik. Data dianalisis menggunakan analisis keragaman dengan uji F untuk mengetahui pengaruh dari setiap perlakuan. Apabila terdapat perbedaan antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%. Penambahan tepung otak sapi pada pakan sebanyak 50 mg kg⁻¹ induk memberikan pengaruh dominan sebaran telur pada ukuran 1,01-1,5 mm sebesar 60%, diameter telur 0,90 mm, dan fekunditas relatif sebesar 67 butir g⁻¹.

Kata penting: diameter telur, fekunditas, ikan komet, sebaran telur, tepung otak sapi

Abstract

This study aimed to determine the effect of brain flour cow's on feed in the performance of eggs and fecundity in fish comet. The research was conducted at the Faculty of Fisheries and Marine Sciences, University of Padjadjaran at November 2014 until January 2015. Freeze-drying of bovine brains was conducted at the Inter Research Center University (PAU), Bandung Institute of Technology. The research was using Completely Randomized Design consisting of four treatments and three replications. The treatment were 20 mg kg⁻¹, 35 mg kg⁻¹, 50 mg kg⁻¹ and control. Parameters observed were the distribution of the eggs, egg diameter and fecundity using gravimetric methods. Data were analyzed using analysis of variance. If there are differences among the treatments then continued with Duncan's multiple range test at 5% level. Addition of bovine brain meal in feed with dose of 50 mg kg⁻¹ was give a dominant influence on the size distribution of eggs by 60% from 1.01 to 1.5 mm, egg diameter 0.90 mm, and fecundity of 67 grains g⁻¹.

Keywords: bovine brain meal, comet fish, egg diameter, eggs distribution, fecundity,

Pendahuluan

Ikan komet (*Carassius auratus auratus*) merupakan komoditas ikan hias dari jenis ikan mas koki (*goldfish*) yang memiliki permintaan yang cukup tinggi dan harga relatif stabil di pasaran. Tingginya permintaan terhadap produksi ikan komet, harus didukung oleh ketersediaan induk untuk mendapatkan benih dengan jumlah dan kualitas yang baik. Terutama pada musim ke-

marau, produktifitas induk yang matang gonad terganggu oleh interval suhu yang tinggi yaitu perbedaan suhu antara siang dan malam. Menurut Mananos *et al.* (2009) suhu merupakan faktor penting yang memengaruhi waktu pemijahan pada banyak spesies khususnya spesies di daerah tropik dan subtropik. Produksi telur bervariasi selama musim pemijahan sebagai dampak dari perubahan suhu (Kurita *et al.* 2011), ketersediaan pakan (Somarakis *et al.* 2006), komposisi ukuran ikan dan kondisi nutrisi induk (Scott *et al.* 2006).

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: usubfish@gmail.com

Faktor lingkungan dapat digunakan selama gametogenesis guna memanipulasi waktu pematangan ikan untuk mendapatkan gamet yang layak sepanjang tahun (Chemineau *et al.* 2007). Berdasarkan fakta bahwa ikan yang dibudidayaan mengalami kegagalan pematangan gamet dan betina dikarenakan pelepasan Luteinizing Hormon (LH) yang berkurang dari kelenjar pituitari, maka hal ini memacu untuk melakukan manipulasi fungsi reproduksi dengan sediaan LH eksogen yang memengaruhi gonad secara langsung (Mylonas *et al.* 2010). Sediaan hormon luteinizing meliputi (a) ekstrak murni dari pituitari ikan dewasa selama musim reproduksi (paling umum ikan mas *Cyprinus carpio* dan salmon *Oncorhynchus masou*) yang mengandung jumlah LH yang tinggi, dan (b) Human Chorionic Gonadotropin (HCG) yang dimurnikan memiliki aktivitas LH sangat kuat (Mylonas *et al.* 2001)

Otak sapi merupakan sumber *Gonadotropin Releasing Hormon* (GnRH) alami yang dapat digunakan untuk mempercepat kematangan gonad ikan. Otak merupakan organ yang sangat penting dalam sistem reproduksi, karena pada setiap bagian otak terdapat GnRH yang tersusun atas 10 asam amino atau dekaeptida berfungsi untuk merangsang pelepasan gonadotropin (GtH) dari kelenjar hipofisis (Subhan 2011). GtH berperan dalam proses perkembangan gonad termasuk pertumbuhan oosit dan pematangan gonad, ovulasi, dan pemijahan (Bromage & Robert 1995). Diameter telur komet siap pijah yaitu sebesar $0,92 \pm 0,05$ mm. Indikator ikan siap pijah didasarkan pada kondisi posisi telur fase GVBD (*Germinal Vesicle Breakdown*) (Arfah *et al.* 2013). Pemberian otak sapi yang dibuat tepung dan dicampur pada pakan dapat dijadikan alternatif dalam merangsang perkembangan gonad ikan komet. Tujuan penelitian ini untuk menentukan dosis tepung otak sapi pada pakan yang ber-

pengaruh terhadap performa telur dan fekunditas ikan komet

Bahan dan metode

Bahan dan alat penelitian

Penelitian dilaksanakan di panti benih Gedung Empat Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran pada bulan November 2014 sampai dengan Januari 2015. Bahan penelitian yang digunakan meliputi: induk ikan komet betina dengan bobot 9,67 - 12,22 g, tepung otak sapi hasil pengeringan dingin pada suhu dingin -85°C , pakan ikan berbentuk pellet dengan kadar protein 28%, Binder *Carboxymethyl cellulose* (CMC), dan larutan sera.

Alat yang digunakan meliputi: akuarium ukuran $(60 \times 30 \times 30)$ cm³, DO meter merk Lutron dengan ketelitian 0,01 mg L⁻¹, pH meter merk Lutron, termometer digital, blender, alat pencetak pelet, alat bedah, timbangan analitik, mikroskop, mikrometer, dan gelas obyek.

Metode penelitian

Metode penelitian menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan dalam penelitian ini adalah pemberian dosis tepung otak sapi yang dicampur pada pakan komersial (kandungan protein 28%). Varian dosis tepung otak sapi yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada hasil pemberian otak ikan patin sebesar 250 mg per kg induk (Subhan 2011) dan konsentrasi hipofisis sapi 0,6 ml kg⁻¹ induk yang mampu merangsang pematangan gonad ikan lele dumbo, *Clarias gariepinus* Burchell 1822 (Setianto 2013). Penentuan pemberian tepung otak sapi tertinggi (50 mg per kg induk) pada penelitian ini didasarkan pada konsentrasi otak ikan patin 250 mg yang berfungsi dalam merangsang pemijahan ikan lele dumbo. Otak

sapi seberat 250 mg setelah dibuat tepung dengan cara kering dingin menjadi 50 mg. Rincian langkah perlakuan sebagai berikut :

- Perlakuan A= pemberian pakan tanpa campuran tepung sapi (kontrol)
- Perlakuan B = pemberian pakan dengan campuran tepung otak sapi 20 mg kg⁻¹ induk.
- Perlakuan C= pemberian pakan dengan campuran tepung otak sapi 35 mg kg⁻¹ induk.
- Perlakuan D= pemberian pakan dengan campuran tepung otak sapi 50 mg kg⁻¹ induk.

Prosedur penelitian

Otak sapi segar ditepungkan dengan menggunakan metode beku kering (*freeze dry*). Hasil beku kering diblender halus lalu ditimbang kemudian disimpan dalam lemari pendingin. Pengambilan dosis tepung otak sapi didasarkan pada perhitungan perbandingan dengan penggunaan ekstrak otak sapi. Pakan uji terdiri atas campuran pakan komersial dan tepung otak sapi dengan komposisi sesuai dengan perlakuan. Sebagai perekat ditambahkan CMC sebanyak 3%, dan dicetak kembali menjadi pelet.

Induk komet yang digunakan sebanyak 12 ekor setiap akuarium. Pemberian pakan untuk pemeliharaan induk ikan komet dilakukan dua kali sehari yaitu pada pukul 09.00, dan sore hari pada 15.00 selama dua bulan. Jumlah pakan yang diberikan yaitu 3% dari bobot biomassa ikan. Pembersihan wadah pemeliharaan dilakukan dua hari sekali dengan cara penyiponan. Pemeriksaan kematangan gonad ikan komet dilakukan pada tiga waktu yang berbeda, yaitu (1) setelah pemeliharaan selama satu bulan, (2) setelah pemeliharaan selama 1 ½ bulan, dan (3) setelah pemeliharaan selama dua bulan. Bobot induk ikan komet

terlebih dahulu ditimbang sebanyak lima ekor untuk setiap akuarium, kemudian tubuh induk dibedah untuk diambil gonadnya dan ditimbang.

Pengukuran kualitas air

Pengamatan kualitas air dilakukan untuk mengetahui faktor fisik dan kimiawi air yang berpengaruh terhadap pemeliharaan ikan komet selama penelitian. Adapun faktor fisik yang diamati yaitu suhu (°C), sedangkan faktor kimiawi yang diamati meliputi pH dan oksigen terlarut. Pengukuran suhu dengan metode pemuatan masa air raksa yang terdapat dalam termometer. Metode pengukuran pH dan oksigen terlarut secara potensiometri dengan menggunakan pH meter dan DO meter merk Lutron. Pengamatan parameter air dilakukan sebanyak tiga kali yaitu pada awal, tengah, dan akhir penelitian.

Parameter pengamatan

Telur yang teramati diukur dengan menggunakan mikropipet dan diklasifikasikan sebaran ukurannya menjadi empat kelas, sebagai berikut :

- Kelas 1 : 0,01-0,5 mm
- Kelas 2 : 0,51-1 mm
- Kelas 3 : 1,01-1,5 mm
- Kelas 4 : 1,51-2 mm

Pengukuran diameter telur dilakukan dengan cara mengamati telur dibawah mikroskop binokuler dengan bantuan mikrometer okuler dengan ketelitian 0,1mm yang telah ditera. Keseluruhan diameter telur yang teramati dicari nilai tengahnya dengan menggunakan rumus menurut Hemming & Buddington (1988) sebagai berikut :

$$X_{rata-rata} = \sum x_i / n$$

Keterangan: x_i = diameter telur yang diamati, n = jumlah telur yang diamati

Penghitungan fekunditas didasarkan pada fekunditas relatif yaitu jumlah telur ikan per bo-

bot ikan mengikuti Kingdom & Allison (2011). Untuk mendapatkan nilai fekunditas relatif, maka digunakan rumus di bawah ini:

$$FR = (n \cdot Wt/Ws)/BW$$

Keterangan: FR= fekunditas relatif, n= jumlah telur sampel (butir), Wt= berat gonad total yang ditimbang (g), Ws= berat telur sampel yang ditimbang (g), BW= bobot tubuh ikan tanpa gonad (g)

Analisis data

Data diameter telur dan fekunditas dianalisis menggunakan analisis keragaman dengan uji F untuk mengetahui pengaruh setiap perlakuan. Apabila terdapat perbedaan antarperlakuan maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5% (Gasperz 1991). Sementara data sebaran ukuran telur dianalisis secara deskriptif.

Hasil

Sebaran ukuran telur

Berdasarkan hasil penelitian dapat terlihat perbedaan persentase ukuran telur dari hari pemeliharaan ke 30 sampai hari pemeliharaan ke 60 (Tabel 1). Pada waktu pemeliharaan hari ke 30 terlihat bahwa perlakuan A, B, dan C dominan telurnya masih berada pada ukuran 0,01-0,5 mm dan 0,51-1 mm, berbeda dengan perlakuan D yang dominan sebaran telurnya berada pada ukuran 1,01-1,5 mm (61,67%). Pada pemeliharaan hari ke 45 persentase telur pada perlakuan A, B, dan C masih dominan pada ukuran 0,01-0,5 mm dan 0,51-1 mm ($\pm 50\%$), dan perlakuan D

masih menunjukkan hasil terbaik dengan persentase telur dominan pada ukuran 1,01-1,5 mm (60%). Berbeda dengan waktu pemeliharaan sebelumnya pada waktu pemeliharaan 60 hari persentase ukuran telur perlakuan A, C, dan D dominan pada ukuran 1,01-1,5 mm (55,56-61,67%) dan perlakuan B tersebar merata pada ukuran 0,01-1,5 mm.

Diameter telur

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata diameter telur pada pemeliharaan hari ke 30 yaitu berkisar antara 0,67-0,95 mm (Tabel 2). Nilai diameter rata-rata telur tertinggi pada pemeliharaan hari ke 30 terdapat pada perlakuan D yaitu sebesar 0,95 mm, sedangkan rata-rata diameter telur terendah pada pemeliharaan hari ke 30 terdapat pada perlakuan C yaitu 0,67 mm. Nilai rata-rata diameter telur pada pemeliharaan hari ke 45 yaitu berkisar antara 0,57-0,90 mm. Nilai diameter rata-rata tertinggi pada pemeliharaan hari ke 45 terdapat pada perlakuan D yaitu 0,90 mm, sedangkan rata-rata diameter telur terendah terdapat pada perlakuan B yaitu 0,57 mm. Nilai rata-rata diameter telur pada pemeliharaan hari ke 60 yaitu berkisar antara 0,78-1,10 mm. Nilai diameter rata-rata tertinggi pada pemeliharaan hari ke 60 terdapat pada perlakuan C yaitu 1,10 mm, sedangkan nilai rata-rata diameter telur terendah terdapat pada perlakuan B yaitu 0,78 mm.

Tabel 1. Persentase sebaran telur induk ikan komet berdasarkan ukuran diameter

Diameter (mm)	Perlakuan A			Perlakuan B			Perlakuan C			Perlakuan D		
Hari ke	30	45	60	30	45	60	30	45	60	30	45	60
0,01-0,5	23,33	57,22	20,56	35,56	52,78	26,67	42,22	51,67	13,33	14,44	25,00	26,67
0,51-1	21,67	14,44	18,89	13,33	20,56	32,22	25,56	6,67	10,56	20,00	11,67	7,22
1,01-1,5	49,44	23,89	55,56	50,00	25,56	39,44	30,56	40,56	60,00	61,67	60,00	61,67
1,51-2	5,56	4,44	5,00	1,11	1,11	1,67	1,67	1,11	16,11	3,89	3,33	4,44
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabel 2. Rata-rata diameter telur induk ikan komet

Perlakuan	Diameter telur (mm)		
	Hari ke-30	Hari ke-45	Hari ke-60
A (kontrol)	0,89± 0,23a	0,58± 0,02a	0,93± 0,18a
B (20 mg kg ⁻¹ induk)	0,75± 0,53a	0,57± 0,10a	0,78± 0,18a
C (35 mg kg ⁻¹ induk)	0,67± 0,26a	0,62± 0,09b	1,10± 0,20a
D (50 mg kg ⁻¹ induk)	0,95± 0,20a	0,90± 0,11c	0,90± 0,06a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95%

Hasil analisis sidik ragam pada pemeliharaan hari ke 30 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antarperlakuan, namun memasuki hari pemeliharaan hari ke 45 analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian tepung otak sapi memberikan pengaruh yang nyata terhadap diameter telur ikan komet (Tabel 2). Berdasarkan hasil uji Duncan terlihat bahwa perlakuan A tidak berbeda nyata dengan perlakuan B tetapi berbeda nyata dengan perlakuan C dan D (Tabel 2). Perlakuan D memiliki nilai tertinggi (0,90 ±0,11) dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada hari ke 60 lama pemeliharaan, diameter telur pada setiap perlakuan mempunyai ukuran yang tidak berbeda nyata.

Fekunditas relatif

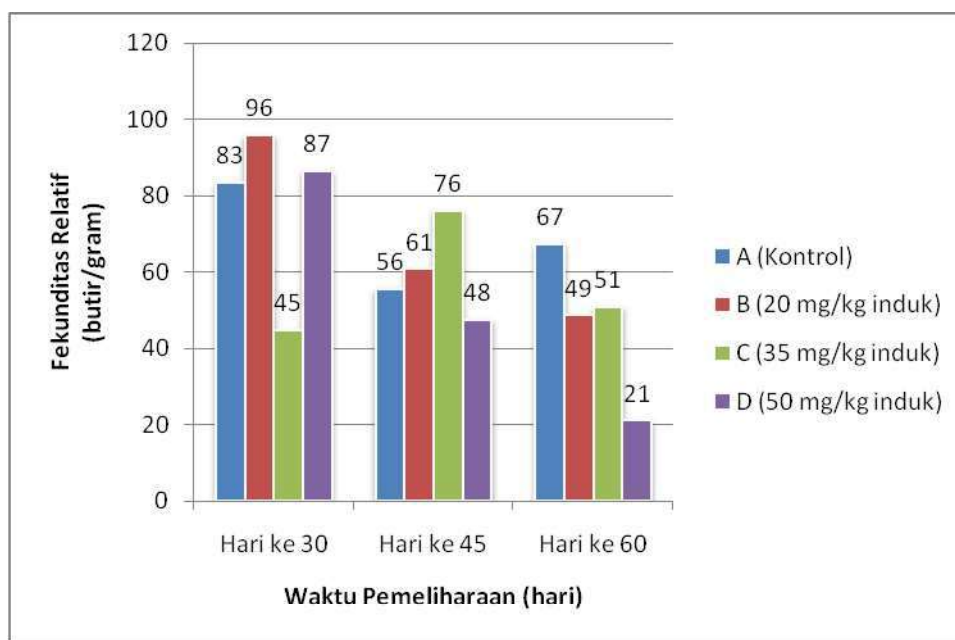
Nilai fekunditas relatif ikan komet pada penelitian ini bervariasi besarannya di setiap pengamatan. Hasil pengamatan pada hari ke 30 menunjukkan fekunditas relatif ikan komet berkisar antara 45-96 butir g⁻¹, pada hari ke 45 berkisar antara 48-76 butir g⁻¹ dan pada pengamatan hari ke 60 berkisar antara 21-67 butir g⁻¹ (Gambar 1). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam nilai fekunditas relatif pada ikan komet pada setiap pengamatan tidak berbeda nyata antarperlakuan.

Berdasarkan hasil pengukuran parameter kualitas air selama pemeliharaan ikan didapat kisaran kualitas air yang masih dalam toleransi untuk sintasan dan perkembangan gonad ikan komet. Suhu air pemeliharaan selama penelitian berkisar antara 26-28°C, pH antara 7-8,5 dan kandungan oksigen terlarut berkisar antara 4,0-5,4 mg L⁻¹.

Pembahasan

Sebaran ukuran telur

Ukuran telur ikan sangat penting untuk diketahui dalam budi daya karena telur yang besar akan menghasilkan larva yang besar (Purdom 1993). Peningkatan ukuran diameter telur disebabkan oleh proses vitelogenesis. Vitelogenesis adalah proses penimbunan atau akumulasi kuning telur yang menyebabkan oosit pada fase pematangan kedua. Pada keadaan ini telur dalam tahap oosit sekunder dan dapat terlihat dengan ukuran beraneka ragam. Oosit yang telah tumbuh penuh memiliki satu nukleus GV (*Germinal Vesicle*) yang terletak di tengah oosit. Fenomena yang kali pertama dilihat dalam pematangan oosit akhir adalah pergerakan GV ke kutub anima, kemudian membran pecah dan terjadi GVBD atau *Germinal Vesicle Breakdown*



Gambar 1. Fekunditas relatif ikan komet

(Yaron & Levavi-Sivan 2011, Mylonas *et al.* 2010, Nagahama *et al.* 1995). Menurut Najim *et al.* (2012) kisaran normal diameter telur ikan komet yaitu 0,3-1,00 mm, jika dibandingkan dengan hasil penelitian ini pada pemeliharaan hari ke 60 telur induk ikan komet dominan pada ukuran 1,01-1,5 mm sekitar 60% di atas ukuran normal. Hal ini membuktikan bahwa penambahan tepung otak sapi pada pakan dapat memengaruhi perkembangan ukuran telur pada induk ikan komet. GnRH pada tepung otak sapi merangsang kelenjar hipofisis untuk mengeluarkan hormon LH yang berperan dalam merangsang proses pembentukan hormon steroid (estradiol). Hormon ini berfungsi untuk meningkatkan proses sintesis vitelogenin, sehingga pembentukan vitelin (jumlah dan ukuran) meningkat. Menurut Bromage & Robert (1995) telur yang berukuran lebih besar dapat menghasilkan kualitas larva dan yuwana (fase yang sudah melewati larva, ketika organ tubuh sudah terbentuk sempurna seperti fase dewasa) yang berkualitas.

Diameter telur

Diameter telur merupakan garis tengah atau ukuran panjang suatu telur yang diukur dengan mikrometer berskala yang sudah ditera. Besar kecilnya diameter telur berkaitan dengan kualitas telur. Sebaran ukuran telur dan diameter telur menjadi indikator penting dalam menentukan kualitas kematangan telur (Bromage & Robert 1995, Mylonas *et al.* 2010).

Ukuran diameter telur pada setiap perlakuan mempunyai pola perubahan diameter yang sama. Pada hari ke 45 terjadi penurunan diameter telur pada setiap perlakuan, dan meningkat kembali pada hari ke 60. Hal ini dikarenakan kondisi induk dari hari ke 30 sampai 45 hari mengalami stress, dampak dari serangan *Argulus* sp. yang menyebabkan tubuh induk mengalami bercak merah. Pada kondisi stress, pertumbuhan gonad ikan terganggu karena aliran energi untuk perkembangan gonad tidak berjalan dengan baik dan adanya energi yang digunakan untuk merespons stress lingkungan. Pada hari ke- 60 gonad kembali berkembang dengan baik, hal ini karena

stress lingkungan (serangan parasit) dapat ditekan dan aliran energi dari pakan dan pemberian tepung otak sapi berpengaruh terhadap diameter telur. Pada pemberian tepuk otak sapi sebanyak 35 mg per kg induk menunjukkan diameter telur yang tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Dengan demikian GnRH yang ada pada tepung otak sapi berpengaruh terhadap diameter telur.

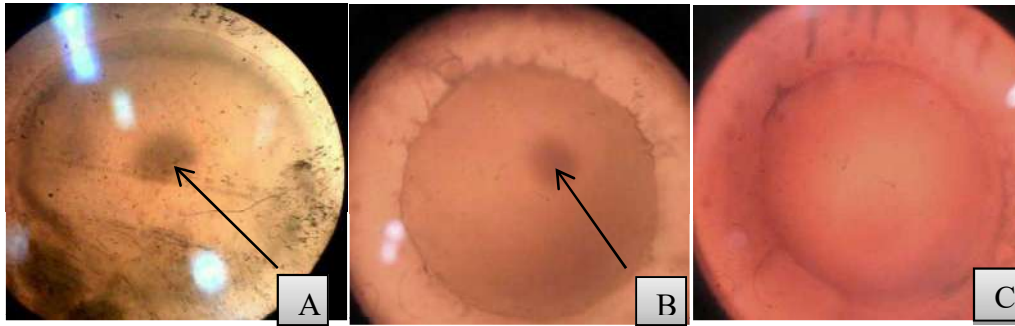
Menurut Selman *et al.* (1993), peningkatan diameter telur ini disebabkan terjadinya penyerapan lumen ovari akibat rangsangan hormonal yang sesuai. Pertambahan tersebut disebabkan energi yang terdapat di dalam tubuh induk ikan yang sangat erat kaitannya dengan suplai makanan, ukuran tubuh ikan, serta umur ikan tersebut (Effendie 1997). Nilai diameter telur perlakuan D tidak terjadi perubahan seperti yang telah dijelaskan sebelumnya; ini diduga ikan pada perlakuan D mengalami atresia yaitu penyerapan kembali telur-telur yang telah mencapai perkembangan maksimal namun tidak diovulasikan (Mylonas *et al.* 2013).

Fekunditas relatif

Banyaknya jumlah telur yang terdapat pada pemeliharaan hari ke 30 (berkisar antara 45 - 96 butir g^{-1} induk) dapat disebabkan oleh telur yang masih berukuran kecil dengan ukuran telur sekitar 0,05-0,15 mm yang berada dibawah rata-rata diameter telur ikan komet, hal ini juga menandakan bahwa pada waktu pemeliharaan hari ke 30 telur belum benar-benar matang (fase vitelogenesis) (Gambar 2a). Berbeda pada hari ke 45 dan 60, telur sudah nampak besar dan jelas yang berarti pemberian pakan dengan campuran tepung

otak sapi yang mengandung hormon GnRH memberikan pengaruh pada diameter telur ikan (Gambar 2b dan 2c). Hormon GnRH eksogen yang diberikan akan dibawa oleh reseptor GnRH menuju organ target (hipofisis) dengan tujuan untuk merangsang hipofisis mengeluarkan *follicle stimulating Hormone* (FSH). Hormon ini berfungsi merangsang pelepasan hormon steroid (estradiol) pada gonad (Elakkanai *et al.* 2015) yang selanjutnya memengaruhi sintesis pembentukan kuning telur pada vitelogenesis di hati. Semakin banyak vitelogenin yang dibawa ke gonad, maka semakin banyak butir-butir telur yang dibentuk dalam gonad (Arfah *et al.* 2013).

Berdasarkan hasil yang didapatkan, nilai fekunditas relatif pada perlakuan D mengalami penurunan pada pemeliharaan hari ke 60, ini bisa dikaitkan dengan hasil diameter telur dan tingkat kematangan telur. Rata-rata fekunditas relatif pada pengamatan hari ke 60 mengalami penurunan menandakan bahwa ukuran telur ikan komet mengalami pembesaran dan juga proses atresia, sehingga jumlah telur berkurang karena telur yang sudah matang terserap kembali oleh tubuh ikan. Telur yang berukuran besar menandakan bahwa telur tersebut semakin matang seperti yang terlihat pada hasil tingkat kematangan telur pada hari pemeliharaan ke 60. Berdasarkan hasil penelitian nilai fekunditas relatif ikan komet pada pemeliharaan hari ke 60 menunjukkan kisaran antara 21-67 butir g^{-1} . Hal ini sesuai dengan pernyataan Arfah *et al.* (2013) bahwa fekunditas relatif ikan komet sebesar 30-56 butir g^{-1} dan pernyataan Ortega-Salas & Reyes-Bustamante (2006) bahwa rata-rata fekunditas relatif ikan *Carasius auratus* adalah 63 telur g^{-1} .



Gambar 2. Fase pergerakan inti telur ikan komet pada perlakuan D. (A) hari ke 30, posisi inti telur di tengah; (B) hari ke 45, posisi inti telur di tepi ; (C) hari ke 60, posisi inti telur melebur

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian tepung otak sapi hasil pengeringan dingin dapat dilanjutkan dengan pemberian jumlah yang lebih tinggi dari 50 mg kg⁻¹ induk. Hal ini dikarenakan perlakuan 50 mg kg⁻¹ merupakan perlakuan batas tinggi pada penelitian ini yang memberikan nilai pematangan terbaik, sehingga masih perlu diketahui jumlah pemberian tepung otak sapi yang lebih tinggi terhadap performa reproduksi ikan komet. Selain itu perlu diketahui kandungan hormon GnRH yang lebih akurat untuk penentuan jumlah pemberian yang lebih tepat. Karena kelebihan pemberian hormon GnRH dapat menyebabkan stress dan menghambat proses pematangan (Garcia 1993) serta menjadi tidak efektif pada proses ovulasi telur (Alcántar-Vázquez *et al.* 2016).

Suhu air pemeliharaan selama penelitian berkisar antara 26-28°C, pH berkisar antara 7-8,5 dan oksigen terlarut. Berdasarkan hasil pengukuran parameter kualitas air selama pemeliharaan ikan didapat kisaran kualitas air yang masih dalam toleransi untuk sintasan dan perkembangan gonad ikan komet (Habib *et al.* 2014).

Simpulan

Penambahan tepung otak sapi pada pakan sebanyak 50 mg kg⁻¹ induk memberikan penga-

ruh terbaik hingga pemeliharaan hari ke 45 terhadap performa reproduksi ikan komet, dimana tercapai dominan sebaran telur pada ukuran 1,01-1,5 mm sebesar 60%, diameter telur 0,90 mm dan fekunditas relatif sebesar 76 butir g⁻¹.

Berdasarkan hasil penelitian, maka penggunaan tepung otak sapi (hasil pengeringan dingin) sebagai sumber GnRH alami sebanyak 50 mg.kg⁻¹ induk dapat dijadikan solusi untuk meningkatkan performa reproduksi ikan komet.

Daftar pustaka

- Alcántar-Vázquez JP, Pliego-Cortés HS, Dumas S, Peña-Martínez R, Rosales-Velázquez M, Pintos-Terán P. 2016. Effects of a luteinizing hormone-releasing hormone analogue (LHRHa) on the reproductive performance of spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus* (Percoidae: Serranidae). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44(3): 487-496.
- Arfah H, Melati, Setiawati M. 2013. Suplementasi vitamin E dengan dosis berbeda pada pakan terhadap kinerja reproduksi induk betina ikan komet (*Carassius auratus auratus*), *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 12(1): 14-18.
- Bromage RN, Roberts RJ. 1995. *Broodstock Management and Egg Larval Quality*. Blackwell Science. Oxford. 436 p.
- Chemineau P, Malpoux B, Brillard JP, Fostier A. 2007. Seasonality of reproduction and production in farm fishes, birds and mammals. *Animal* 1(3): 419-432.

- Effendie MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta. 159 hlm.
- Elakkanai P, Francis T, Ahilan B, Jawahar P, Padmavathy P, Jayakumar N, Subburaj A. 2015. Role of GnRH, HCG and Kisspeptin on reproduction of fishes. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(17): 1-10
- Garcia LMB. 1993. Sustained production of milt in rabbitfish, *Siganus guttatus* Bloch, by weekly injection of luteinizing hormone-releasing hormone analogue (LHRHa). *Aquaculture*, 113(3): 261-267.
- Gasparz V. 1991. *Metode Perancangan Percobaan*. Bandung:Armico. 471 hlm.
- Habib MA, Sharker Md R, Rahman Md M, Ahlan Md E, Pattadar SN 2014. Effects of feeding frequency on growth and survival in fry of gold fish, *Carassius auratus* (Hamilton) in outdoor rearing system. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 1(4): 97-102
- Heming TA, Buddington RK. 1988. Yolk absorption in embryonic and larval fishes. In: Hoar WS, Randall DJ. *Fish Physiology volume 9 The Physiology of Developing Fish Part A Eggs and Larvae*. Academic Press, San Diego, CA. pp. 407-446.
- Kingdom T, Allison ME. 2011. The fecundity, gonadosomatic and hepatosomatic indices of *Pellonula leonensis* in the Lower Nun River, Niger Delta, Nigeria. *Current Research Journal of Biological Sciences*, 3(2): 175-179.
- Kurita Y, Fujinami F, Amano M. 2011. The effect of temperature on the duration of spawning markers—migratory-nucleus and hydrated oocytes and postovulatory follicles in the multiple-batch spawner Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) *Fishery Bulletin*, 109(1): 79-89.
- Mañanós E, Duncan N, Mylonas C. 2009. Reproduction and control of ovulation, spermiation and spawning in cultured fish. In: Cabrita E, Robles V, Herráez P (eds.). *Methods in Reproductive Aquaculture Marine and Freshwater Species*, CRC Press, Boca Raton. pp. 3-80.
- Mylonas CC, Zohar Y. 2001. Use of GnRH-a-delivery systems for the control of reproduction in fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10(4): 463-491.
- Mylonas CC, Fostier A, Zanuy S. 2010. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *General and Comparative Endocrinology*, 165(3): 516-534
- Mylonas CC, Mitrizakis N, Castaldo C, Cerviño C, Papadaki M, Sigelaki I. 2013. Reproduction of hatchery-produced meagre *Argyrosomus regius* in captivity II. Hormonal induction of spawning and monitoring of spawning kinetics, egg production and egg quality. *Aquaculture* 414-415: 318-327
- Nagahama Y, Yoshikuni M, Yamashita M, Tokumoto T, Katsu Y. 1995. Regulation of oocyte growth and maturation in fish. In: Roger A. Pedersen RA, Schatten GP (Eds.). *Current Topics in Developmental Biology*. Vol. 30. Academic Press, San Diego. pp. 103-145
- Najim S, Almudhaffar RAA, Jassim FK. 2012. Some reproductive character of the fantail goldfish (*Carassius auratus auratus*) female from rearing pond in Basrah, southern Iraq. *Iraqi Journal of Aquaculture* 9(1): 83-94
- Ortega-Salas AA, Reyes-Bustamante H. 2006. Initial sexual maturity and fecundity of the goldfish (*Carassius auratus*) (Perciformes: Cyprinidae) under semi-controlled conditions. *Revista de Biología Tropical*, 54(4): 1113-1116
- Purdom, C.E. 1993. *Genetics and Fish Breeding*. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Fisheries Laboratory. Lowestoff. Suffolk. UK. 277 p
- Scott BE, Marteinsdottir G, Begg GA, Wright P J, Kjesbu OS. 2006. Effects of population size/age structure, condition and temporal dynamics of spawning on reproductive output in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Ecological Modelling*, 191(3-4): 383-415.
- Selman K, Wallace RA, Sarka A, Qi X. 1993. Stages of oocyte development in the zebrafish, *Brachydanio rerio*. *Journal of Morphology*, 218(2): 203-224.
- Setianto A. 2013. Efektifitas ekstrak hipofisa sapi dalam merangsang kematangan gonad ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
- Somarakis S, Ganas K, Siapatis A, Koutsikopoulos C, Machias A, Papaconstantinou C. 2006. Spawning habitat and daily egg production of sardine (*Sardina pilchardus*) in

- the eastern Mediterranean. *Fisheries Oceanography*, 15(4): 281-292.
- Subhan, U. 2011. Evaluasi efektifitas ekstrak otak ikan patin dalam menginduksi pemijahan ikan lele sangkuriang, *Clarias* sp. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 77 hlm.
- Yaron Z, Levavi-Sivan B. 2011. Endocrine regulation of fish reproduction. In: Farrell AP (ed.). *Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment*, volume 2. Academic Press, San Diego. pp. 1500–1508

Efektivitas ikan pelangi arfak, *Melanotaenia arfakensis*, Allen 1990 dalam mencari makan pada tingkat kekeruhan air yang berbeda: suatu pendekatan laboratorium

[Feeding effectivity of the arfak rainbowfish, *Melanotaenia arfakensis*, Allen 1990 on difference of water turbidity level: a laboratory approach]

Emmanuel Manangkalangi^{1,2,5}, M. F. Rahardjo^{3,5}, Renny K Hadiaty^{4,5}, Sigid Hariyadi³

¹ Mahasiswa Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Perairan, Sekolah Pascasarjana-IPB, Bogor

² Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK)-UNIPA, Manokwari
Jl. Gunung Salju Amban, Manokwari

³ Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, FPIK-IPB, Bogor

⁴ Museum Zoologicum Bogoriense (MZB), Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI

⁵ Masyarakat Iktiologi Indonesia

Diterima: 30 Juni 2017; Disetujui: 3 Oktober 2017

Abstrak

Penelitian efektivitas ikan pelangi arfak dalam mencari makan dilaksanakan di Laboratorium Perikanan FPIK Universitas Papua pada bulan Juli sampai Desember 2016. Tujuan penelitian ini untuk mendeskripsikan efektivitas ikan pelangi arfak mencari makan pada beberapa tingkat kekeruhan air. Contoh ikan yang digunakan dalam perlakuan dikoleksi dari Sungai Nimbai, sistem Sungai Prafi, Manokwari yang diaklimatisasi selama satu bulan di laboratorium. Individu ikan yang digunakan dalam penelitian ini dipilih berdasarkan panjang tubuh dan dikelompokkan ke dalam enam kelas ukuran. Setiap individu ikan diberi perlakuan pakan berupa larva nyamuk (tahap instar IV) sebanyak 200 individu pada tujuh tingkat kekeruhan yang berbeda (2,54; 25,07; 50,52; 100,20; 200,20; 500,60 dan 800,40 *Nephelometric Turbidity Unit*, NTU) dengan menggunakan partikel berukuran <63µm. Efektivitas mencari makan akan ditunjukkan berdasarkan tingkat pemangsaan dalam periode 15 menit. Tingkat pemangsaan rata-rata tidak berbeda pada tingkat kekeruhan yang rendah (≤50,52 NTU) dalam setiap kelas ukuran. Penurunan tingkat pemangsaan rata-rata secara nyata mulai berlangsung pada tingkat kekeruhan yang lebih tinggi (≥100,12 NTU) dengan nilai sebesar 23,2%-65,9%. Kondisi ini menunjukkan penurunan efektivitas mencari makan seiring dengan semakin meningkatnya tingkat kekeruhan air.

Kata penting: *Melanotaenia arfakensis*, mencari makan, tingkat kekeruhan

Abstract

The research on feeding effectivity of arfak rainbowfish conducted at Fisheries Laboratory, Faculty of Fishes and Marine Science, University of Papua in July to December 2016. The purpose of this research is to describe feeding effectivity of the fish at several levels of water turbidity. The fish samples used in the treatment, collected from Nimbai Stream, Prafi River system, Manokwari were acclimatized for a month in the laboratory. The fish were selected based on the body length and categorized into six size classes. Each individual of the fish was treated with 200 individuals of mosquito larvae (instar IV stage) at seven turbidity levels (2.54, 25.07, 50.52, 100.20, 200.20, 500.60, and 800.40 *Nephelometric Turbidity Unit*, NTU) using particles with size of <63µm. Feeding effectivity was indicated by the level of predation in a period of 15 minutes. The results of the research showed that average level of predation did not differ among size classes at the low level of turbidity (≤50,52 NTU). The significant decrease in the average level of predation occurred at the higher level of turbidity (≥100,12 NTU) with the values range from 23.2% to 65.9%. This indicated a decrease in the feeding effectivity as the turbidity levels increase.

Keywords: *Melanotaenia arfakensis*, feeding, turbidity level

Pendahuluan

Perubahan kondisi perairan sungai dalam kaitannya dengan aktivitas antropogenik telah banyak dilaporkan, di antaranya berkaitan dengan pembukaan areal hutan, termasuk konversi

zona riparia di bagian tepi sungai (dos Santos *et al.* 2015, Lorion & Kennedy 2009, Lobón-Cerviá *et al.* 2016) untuk perkebunan dan pertanian (Bojsen & Barriga 2002, Iwata *et al.* 2003, Wright & Flecker 2004, Cassatti *et al.* 2009, Mercer *et al.* 2013, Giam *et al.* 2015, Mori *et al.* 2015), dan pembuatan infrastruktur, misalnya ja-

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: e_manangkalangi2013@yahoo.com

lan (Wang *et al.* 2013), serta aktivitas pertambangan (Mol & Ouboter 2004, Batsaikhan *et al.* 2017). Salah satu bentuk perubahan tersebut adalah meningkatnya kekeruhan air akibat dari masukan partikel tersuspensi ke dalam sistem sungai (Growns & Davis 1994, Sutherland *et al.* 2002, dos Santos *et al.* 2015). Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan adanya pengaruh meningkatnya masukan partikel tersuspensi dan kekeruhan terhadap komunitas ikan dan makroavertebrata, termasuk insekta air, sebagai komponen dalam jejaring makanan di sungai. Beberapa jenis ikan cenderung menghindari perairan yang keruh karena akan mengurangi kemampuan mencari makan secara efektif (Berg & Northcote 1985, Bruton 1985, Vogel & Beauchamp 1999, Sweka & Hartman 2003, Sutherland & Meyer 2007, Zamor & Grossman 2007) berkaitan dengan menurunnya jarak reaktif ikan secara visual ketika mencari makan (Barrett *et al.* 1992, Shoup & Wahl 2009, Carter *et al.* 2010) dan/atau kecepatan ikan dalam mencari makan (Rowe & Dean 1998). Kondisi ini akan berakibat pada penurunan laju pertumbuhan ikan (Sigler *et al.* 1984, Northcote 1995), kelimpahan dan penyebarannya (Berkman & Rabeni 1987, Rowe *et al.* 2000, Mol & Ouboter 2004). Pada kelompok makroavertebrata air, pengaruh tingkat kekeruhan di antaranya menurunkan kepadatan dan keanekaragaman (Growns & Davis 1994, Gleason *et al.* 2003, Connolly & Pearson 2007, Couceiro *et al.* 2010), serta mengubah struktur trofiknya (Henley *et al.* 2000, Couceiro *et al.* 2011).

Ikan pelangi arfak (*Melanotaenia arfakensis*) adalah salah satu ikan endemik di Papua, khususnya pada beberapa sistem sungai di sekitar Manokwari, di antaranya Sungai Prafi (Allen 1990, 1991), S. Warmare, S. Madrad, S. Subsai, S. Aimasi, S. Nimbai (Tapilatu & Renyaan 2005, Sabariah *et al.* 2006a,b, Manangkalangi *et al.*

2009a,b, 2010, Manangkalangi & Kaliele 2011), dan S. Nuni, S. Pami (Sabariah 2004, Sabariah *et al.* 2005), dan sistem sungai di sebelah barat S. Wariori (Binur & Budirianto 2008), S. Api, S. Atai, S. Asiti dan S. Ani (Manangkalangi & Pattiasina 2005, Sabariah *et al.* 2006b, Kadarusman *et al.* 2012). Ikan ini termasuk kelompok insektivora dan komposisi makanannya terutama didominasi oleh larva insekta air dari kelompok Diptera, Ephemeroptera, Coleoptera, dan Trichoptera (Manangkalangi *et al.* 2010).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, dilaporkan bahwa kondisi habitat alami ikan ini semakin menurun berkaitan dengan berbagai aktivitas antropogenik (Manangkalangi *et al.* 2014), di antaranya diduga berkaitan dengan konversi hutan menjadi perkebunan kelapa sawit dan persawahan. Perubahan ini akan meningkatkan erosi bagian tepi sungai dan aliran permukaan yang membawa partikel dari daratan ke sungai (Mercer *et al.* 2013), dan selanjutnya akan menyebabkan peningkatan masukan partikel tersuspensi dan kekeruhan dalam kolom air sungai. Berkaitan dengan perubahan kondisi habitat ini, maka penelitian perlu dilakukan untuk mendeskripsikan efektivitas ikan pelangi arfak mencari makan dalam kaitannya dengan kondisi kekeruhan air.

Bahan dan metode

Lokasi dan waktu penelitian

Pengumpulan contoh ikan pelangi arfak (*M. arfakensis*) pada penelitian ini diambil dari Sungai Nimbai, sistem Sungai Prafi yang terletak di daerah *ritral* berdasarkan penelitian sebelumnya (Manangkalangi *et al.* 2009a, Manangkalangi & Kaliele 2011, Manangkalangi *et al.* 2014). Aklimatisasi dan pengujian tingkat kekeruhan dilakukan di Laboratorium Perikanan – FPIK – Universitas Papua. Pengumpulan contoh ikan, akli-

matisasi dan pengujian tingkat kekeruhan berlangsung dari bulan Juli sampai Desember 2016.

Koleksi dan aklimatisasi contoh ikan

Contoh ikan yang telah dikumpulkan dibawa ke laboratorium dan dipelihara dalam akuarium berukuran 80 cm x 35 cm x 40 cm (112 L). Kondisi kualitas air disesuaikan dengan habitat alaminya (Tabel 1) (Manangkalangi *et al.* 2009a, Manangkalangi *et al.* 2014). Proses aklimatisasi dalam skala laboratorium dilakukan selama satu bulan dengan menggunakan pakan larva nyamuk (*Culicidae*) tahap instar IV.

Koleksi dan penanganan larva nyamuk sebagai makanan dalam uji tingkat kekeruhan

Larva nyamuk dikoleksi dari genangan di sekitar Kampus UNIPA dan permukiman masyarakat secara harian. Larva nyamuk yang diperoleh dibilas dalam air bersih dan dipilih berdasarkan tahap perkembangan (yaitu, instar IV). Pemilihan tahap instar IV *Culicidae* ini berkaitan dengan hasil penelitian sebelumnya, yaitu kelompok mangsa ini ditemukan dalam lambung (Manangkalangi *et al.* 2010) dan juga tingkat pemangsaannya yang tinggi oleh ikan pelangi arfak dalam percobaan sebagai bio-kontrol (Manangkalangi *et al.* 2015). Selain itu, ukurannya yang relatif cukup besar dan aktif dalam pergerakannya (Colless & McAlpine 1996). Kondisi ini relatif memudahkan dalam

pemilahan dan terkait dengan reaksi makan ikan yang terutama terkait dengan pergerakan mangsa (Crowl 1989, Utne-Palm 1999). Ukuran rata-rata (kisaran) panjang tubuh dan lebar thoraks tahap instar IV yang digunakan dalam penelitian ini berturut-turut, yaitu: 5,34 (4,60-6,57) mm dan 1,41 (0,90-1,75) mm.

Koleksi, pemilihan ukuran partikel sedimen, dan pengukuran tingkat kekeruhan

Contoh sedimen dikumpulkan dari lokasi habitat alami ikan pelangi arfak di S. Nimbai. Contoh sedimen kemudian dikeringkan dalam oven selama dua hari pada suhu 60°C. Selanjutnya sedimen dipilah berdasarkan ukuran dengan menggunakan ayakan bertingkat yang dilengkapi dengan *shecker*. Gambaran tingkat kekeruhan didapatkan dengan cara memilih ukuran partikel yang dominan tersuspensi di perairan, yaitu kategori lempung dan liat (< 63 µm) (Lenzi & Marchi 2000, Walling *et al.* 2000). Dalam pengujian ini digunakan tujuh kategori tingkat kekeruhan (Tabel 2), berdasarkan hasil penelitian sebelumnya (Tapilatu & Renyaan 2005, Manangkalangi 2009) dan pengukuran *in situ* contoh air di Sungai Nimbai dalam periode April-Desember 2016 (Tabel 3). Pengukuran tingkat kekeruhan dilakukan menggunakan *Hanna Instrument 93703 microprocessor turbidity meter* dengan kisaran ukuran 0,00-1.000 NTU.

Tabel 1. Karakteristik kualitas air di habitat alami ikan pelangi arfak dan di laboratorium

Lokasi	Suhu (°C)	Oksigen terlarut (mg L ⁻¹)	pH	Intensitas cahaya (lux)	Sumber
Sungai Nimbai dan S. Aimasi	24,6-28,6	5,2-7,5	7,9-8,6	-	Manangkalangi <i>et al.</i> (2009a)
S. Nimbai	24,0-27,5	5,06-6,87	6,63-7,98	-	Manangkalangi <i>et al.</i> (2014)
Laboratorium	26,4-27,2	6,3-7,5	7,29-7,66	1,09-1,74	Penelitian ini

Tabel 2. Kategori tingkat kekeruhan yang digunakan dalam percobaan.

Kategori Tingkat Kekeruhan	Kisaran (NTU)	Rata-rata $\pm$ SD (NTU)
I	0,87-6,18	2,54 $\pm$ 2,15
II	21,08-27,24	25,07 $\pm$ 2,63
III	42,94-64	50,52 $\pm$ 8,20
IV	76-120	100,20 $\pm$ 16,62
V	172-220	200,20 $\pm$ 20,93
VI	442-583	500,60 $\pm$ 53,24
VII	722-856	800,40 $\pm$ 59,52

Tabel 3. Tingkat kekeruhan habitat ikan pelangi arfak di beberapa sungai dalam sistem Sungai Prafi

Lokasi	Periode Waktu	Tingkat Kekeruhan (NTU)	Sumber
S. Nimbai	Juni-Desember 2007	0,16-2,97	Manangkalangi (2009)
S. Aimasi	Juli-Desember 2007	0,97-5,03	
Beberapa anak sungai dalam sistem S. Prafi	Mei-Agustus 1999	24,6-58,1	Tapilatu & Renyaan (2005)
S. Nimbai	April-Desember 2016	~160,33	Pengukuran <i>insitu</i>

Rancangan percobaan tingkat kekeruhan

Contoh ikan dipilih berdasarkan ukuran panjang total dan ukuran kali pertama matang gonad (pembagian di antara yuwana dan dewasa) (Manangkalangi *et al.* 2009b). Dalam percobaan ini, setiap individu ikan dikelompokkan ke dalam kelas ukuran panjang total 20-30 mm, 30-40 mm, 40-50 mm, 50-60 mm, 60-70 mm, dan >70 mm. Pengukuran panjang total setiap individu ikan dilakukan menggunakan teknik fotografi pada setiap individu yang dipilih dalam akuarium berskala.

Setiap individu ikan yang telah diseleksi berdasarkan kelas ukuran ditempatkan dalam akuarium berukuran 35 cm x 21 cm x 25 cm yang berisi 10 liter air secara terpisah dengan tingkat kekeruhan sesuai dengan perlakuan. Sebelum percobaan pemberian mangsa, semua ikan tidak diberi makan selama 24 jam untuk membakukan tingkat kelaparan (Jacob *et al.* 1983, Russell *et al.* 2001, Willems *et al.* 2005, Bhattacharjee *et al.* 2009, Gupta & Banerjee

2013, Saleeza *et al.* 2014). Selanjutnya setiap individu dalam kelompok ukuran diberi perlakuan menggunakan instar yang berukuran relatif seragam (tahap IV) sebanyak 200 individu (Manangkalangi *et al.* 2015).

Jumlah instar yang dikonsumsi setiap individu ikan selama periode 15 menit dihitung. Pemilihan periode waktu ini berdasarkan Gupta & Banerjee (2013) yang menemukan bahwa sebagian besar predasi terhadap larva nyamuk berlangsung dalam periode tersebut. Penentuan tingkat pemangsaan setiap individu ikan diperoleh dari jumlah mangsa yang diberikan (200 individu) dikurangi dengan jumlah mangsa yang tersisa dalam akuarium setelah periode 15 menit. Tingkat konsentrasi gas oksigen terlarut dan tingkat kekeruhan air dijaga dengan cara memberi aerasi di setiap akuarium (Bonner & Wilde 2002), dan diukur sesaat sebelum dilakukan perlakuan. Dalam percobaan ini (6 kelas ukuran panjang tubuh dan 7 tingkat kekeruhan) dilakukan sebanyak 10 ulangan ($n = 420$).

Analisis

Analisis ragam satu faktor digunakan untuk menguji hipotesis nol bahwa rata-rata jumlah mangsa (tingkat pemangsaan) tidak dipengaruhi oleh tingkat kekeruhan. Selanjutnya dilakukan uji t untuk nilai rata-rata tingkat pemangsaan dari perlakuan tingkat kekeruhan dalam setiap kelas ukuran ikan secara berpasangan. Untuk memetakan model konsumsi mangsa berdasarkan kelas ukuran sebagai fungsi dari tingkat kekeruhan digunakan regresi eksponensial, yaitu:

$$Y_i = a e^{b X_i}$$

Y_i adalah jumlah dari mangsa yang dikonsumsi pada percobaan ke- i , X_i adalah tingkat kekeruhan dalam percobaan ke- i , a , dan b adalah koefisien

regeresi. Analisis ini dikerjakan dengan menggunakan program MS-Excell 2010.

Hasil

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan tingkat pemangsaan dalam setiap kelas ukuran dipengaruhi oleh tingkat kekeruhan ($P < 0,05$) (Tabel 4). Tingkat pemangsaan akan semakin menurun dengan semakin meningkatnya tingkat kekeruhan (Tabel 5, Gambar 1). Tingkat pemangsaan rata-rata dalam setiap kelas ukuran tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) di antara tingkat kekeruhan yang rendah ($\leq 50,52$ NTU), dan sebagian mulai berbeda nyata ($P < 0,05$) pada tingkat kekeruhan yang lebih tinggi ($\geq 100,12$ NTU) (Tabel 5).

Tabel 4. Analisis ragam satu faktor di antara rata-rata tingkat pemangsaan dalam setiap kelas ukuran ikan pelangi arfak pada berbagai tingkat kekeruhan yang berbeda.

Kelas Ukuran (mm)	Nilai F	Nilai P
20,0-29,9	4,52*	0,0007
30,0-39,9	4,00*	0,0019
40,0-49,9	4,24*	0,0012
50,0-59,9	4,93*	0,0003
60,0-69,9	6,39*	0,00003
≥ 70	11,69*	0,00000001

Keterangan: *berbeda nyata pada $P < 0,05$.

Tabel 5. Tingkat pemangsaan rata-rata (individu mangsa per individu ikan) dalam setiap kelas ukuran ikan pelangi arfak pada berbagai tingkat kekeruhan yang berbeda.

Kelas ukuran (mm)	Tingkat kekeruhan (NTU)						
	2,54	25,07	50,52	100,12	200,20	500,60	800,40
20,0-29,9	22,7 ^a (12-36)	20,6 ^{a,b} (10-30)	19,8 ^{a,b} (8-33)	15,2 ^{b,c,d} (6-30)	15,9 ^{b,c} (6-24)	11,3 ^{c,d} (5-16)	11,0 ^d (5-21)
30,0-39,9	27,3 ^a (16-47)	25,2 ^{a,b} (9-47)	19,6 ^b (9-37)	20,3 ^{a,b} (8-38)	16,6 ^{b,c} (7-40)	11,3 ^c (4-23)	11,1 ^c (2-22)
40,0-49,9	29,8 ^a (14-52)	29,2 ^a (13-47)	28,9 ^a (17-41)	21,6 ^{a,b} (8-43)	17,6 ^{a,b} (5-31)	17,6 ^b (5-27)	14,4 ^b (6-27)
50,0-59,9	69,0 ^a (32-121)	57,5 ^{a,b} (25-120)	56,2 ^{a,b} (23-102)	53,0 ^{a,b} (18-92)	38,9 ^{b,c} (22-77)	30,9 ^c (13-53)	23,5 ^c (4-47)
60,0-69,9	114,1 ^a (48-164)	107,8 ^{a,b} (58-155)	101,5 ^{a,b,c} (52-156)	87,2 ^{b,c} (41-129)	73,0 ^{c,d} (20-112)	57,1 ^d (24-89)	53,0 ^d (20-89)
≥ 70	143,2 ^a (96-199)	141,4 ^a (96-197)	125,6 ^a (74-178)	108,5 ^{a,b} (54-169)	79,3 ^{b,c} (31-116)	53,4 ^{c,d} (12-107)	53,3 ^d (11-108)

Keterangan: kisaran tingkat pemangsaan ditampilkan dalam tanda kurung. * $P < 0,05$. Tingkat pemangsaan rata-rata yang berbeda secara nyata pada $P < 0,05$ dinotasikan dengan huruf di bagian atas yang berbeda.

Penurunan tingkat pemangsaan rata-rata pada tingkat kekeruhan yang berbeda dalam setiap kelas ukuran ikan pelangi arfak ditampilkan pada Tabel 6. Pada tingkat kekeruhan yang relatif rendah ($\leq 50,52$ NTU), penurunan tingkat pemangsaan rata-rata pada semua kelas ukuran ikan pelangi arfak relatif kecil ($\leq 28,2\%$). Kondisi yang berbeda ditunjukkan pada tingkat kekeruhan yang lebih tinggi ($\geq 100,12$ NTU). Pada tingkat kekeruhan yang lebih tinggi, penurunan

tingkat pemangsaan rata-rata bisa mencapai 23,2%-65,9% (Tabel 6).

Model regresi untuk memetakan penurunan tingkat pemangsaan yang diakibatkan pengaruh peningkatan kekeruhan ditampilkan pada Tabel 7 dan Gambar 1. Hasil ini menunjukkan nilai kemiringan (b) yang berbeda dari 0 ($P < 0,05$). Nilai kemiringan di antara kelas ukuran ikan pelangi arfak berkisar di antara 0,009 dan 0,0013.

Tabel 6. Persentase penurunan tingkat pemangsaan rata-rata dalam setiap kelas ukuran ikan pelangi arfak pada tingkat kekeruhan yang berbeda.

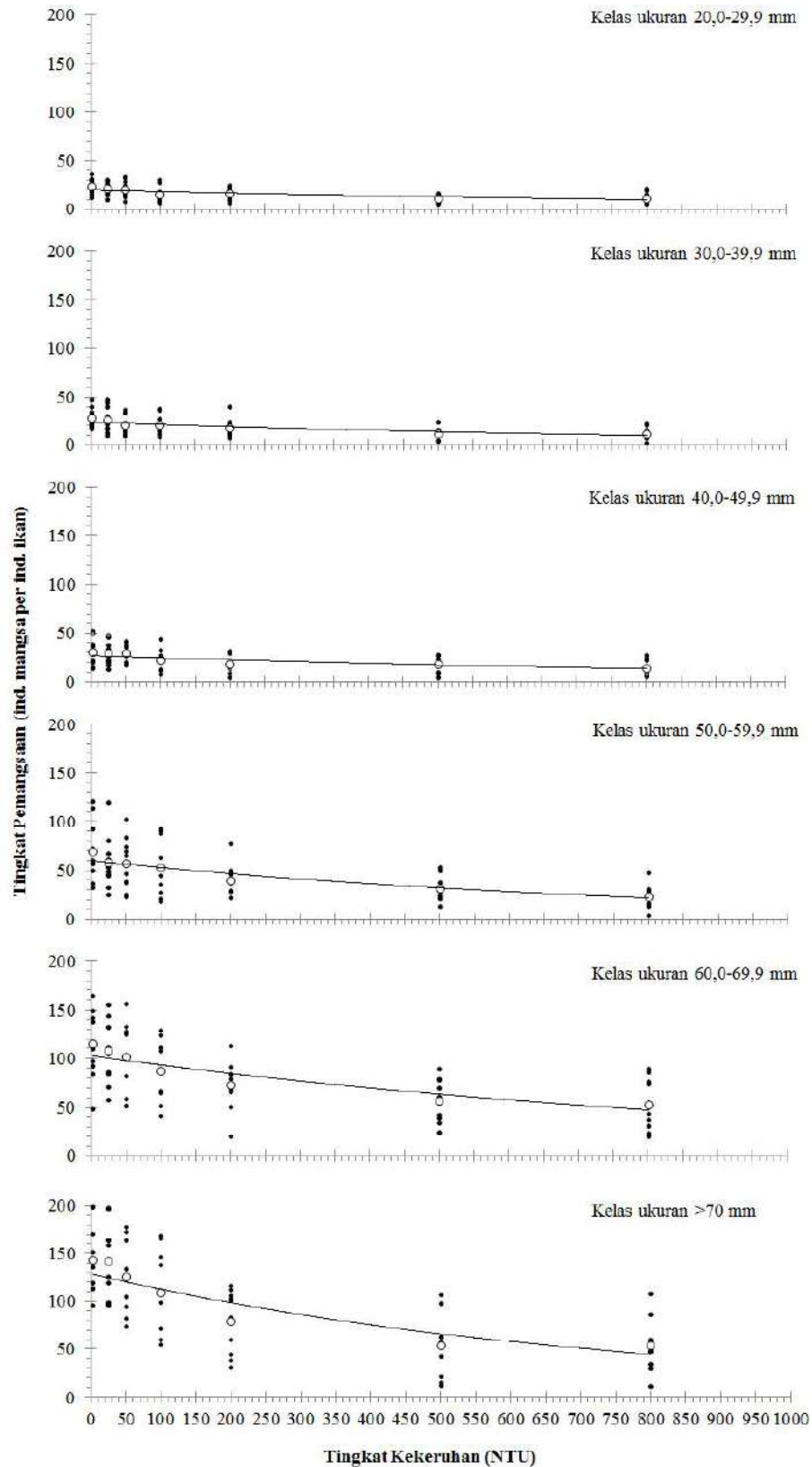
Kelas Ukuran (mm)	Persentase Penurunan Tingkat Pemangsaan Berdasarkan Tingkat Kekeruhan (NTU)					
	25,07	50,52	100,12	200,2	500,6	800,4
20,0-29,9	9,3	12,8	33,0	30,0	50,2	51,5
30,0-39,9	7,7	28,2	25,6	39,2	58,6	59,3
40,0-49,9	2,0	3,0	27,5	40,9	40,9	51,7
50,0-59,9	16,7	18,6	23,2	43,6	55,2	65,9
60,0-69,9	5,5	11,0	23,6	36,0	50,0	53,5
>70,0	1,3	12,3	24,2	44,6	62,7	62,8
Kisaran	1,3-16,7	3,0-28,2	23,2-33,0	30,0-44,6	40,9-62,7	51,5-65,9

Keterangan: dasar penentuan yaitu tingkat pemangsaan rata-rata dalam setiap kelas ukuran pada tingkat kekeruhan terhadap tingkat pemangsaan rata-rata pada tingkat kekeruhan yang paling rendah (2,54 NTU).

Tabel 7. Hasil analisis regresi dari pengaruh tingkat kekeruhan terhadap tingkat pemangsaan.

Variabel respon	Kemiringan		Intersep		R^2
	b	P	a	P	
20,0-29,9 mm	-0,0009*	0,0051	19,81	0,720	0,83
30,0-39,9 mm	-0,0011*	0,0038	23,17	0,661	0,85
40,0-49,9 mm	-0,0009*	0,0102	26,96	0,739	0,77
50,0-59,9 mm	-0,0012*	0,0008	59,72	0,657	0,93
60,0-69,9 mm	-0,0010*	0,0017	102,73	0,644	0,88
$\geq 70,0$ mm	-0,0013*	0,0015	128,63	0,546	0,86

Keterangan: *berbeda nyata terhadap nilai 0 pada $P < 0,05$.



Gambar 1. Hubungan di antara tingkat pemangsaan dan tingkat kekeruhan pada enam kelas ukuran ikan pelangi arfak. Lingkaran hitam mewakili tingkat pemangsaan dalam 10 ulangan dan lingkaran putih menunjukkan tingkat pemangsaan rata-rata. Statistik regresi ditampilkan pada Tabel 7.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kekeruhan air yang lebih besar dari 50,52 NTU sudah mulai memberikan dampak pada penurunan efektivitas mencari makan pada ikan pelangi arfak. Berdasarkan penelitian sebelumnya (Tapilatu & Renyaan 2005, Manangkalangi 2009, Kadarusman *et al.* 2010), jenis ikan ini umumnya ditemukan pada perairan yang relatif jernih (<58,1 NTU). Keberadaan di perairan yang jernih juga dilaporkan pada beberapa jenis ikan pelangi lainnya (Kadarusman *et al.* 2010, Kadarusman *et al.* 2011, Allen & Hadiaty 2013, Allen *et al.* 2014b), walaupun bisa ditemukan pada perairan yang keruh (Hattori & Warburton 2003, Allen *et al.* 2014a). Keberadaan jenis ikan ini pada kondisi perairan yang jernih diduga berkaitan dengan efektivitasnya dalam mencari makan.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan berkurangnya efektivitas ikan dalam mencari makanan pada perairan yang keruh (Berg & Northcote 1985, Bruton 1985, Vogel & Beauchamp 1999, Sweka & Hartman 2003, Sutherland & Meyer 2007, Zamor & Grossman 2007) karena jarak reaktif secara visual dan/atau kecepatan mencari makan yang menurun (Barrett *et al.* 1992, Rowe & Dean 1998, Shoup & Wahl 2009, Carter *et al.* 2010). Penurunan efektivitas mencari makan pada ikan selanjutnya akan berakibat terhadap penurunan laju pertumbuhan, kelimpahan serta penyebaran di habitat alamnya (Sigler *et al.* 1984, Berkman & Rabeni 1987, Northcote 1995, Rowe *et al.* 2000, Mol & Ouboter 2004).

Ikan pelangi arfak termasuk kelompok spesialis (Manangkalangi & Kaliele 2011), terutama makan makroavertebrata air dari kelompok insekta dengan preferensi pada Diptera, Ephemeroptera, Coleoptera, dan Trichoptera (Manangkalangi *et al.* 2010). Selain berpengaruh langsung

terhadap efektivitas ikan dalam mencari makan, peningkatan kekeruhan juga bisa berdampak negatif terhadap keberadaan makroavertebrata air sebagai makanan ikan. Peningkatan kekeruhan di perairan sungai akan berpengaruh terhadap kepadatan dan keanekaragaman makroavertebrata air serta akan mengubah struktur trofik pada ekosistem sungai (Gowns & Davis 1994, Henley *et al.* 2000, Gleason *et al.* 2003, Connolly & Pearson 2007, Couceiro *et al.* 2010, 2011).

Penelitian Manangkalangi *et al.* (2015) menunjukkan bahwa habitat ikan pelangi arfak di beberapa lokasi (segmen bagian hilir) di Sungai Nimbai telah mengalami degradasi berkaitan dengan berkurangnya vegetasi hutan riparia di bagian tepi sungai sebagai akibat aktivitas antropogenik. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa berkurangnya vegetasi riparia akan menyebabkan meningkatnya masukan partikel tersuspensi dan kekeruhan dalam sistem sungai (Gowns & Davis 1994, Sutherland *et al.* 2002, dos Santos *et al.* 2015). Kondisi ini diduga sebagai salah satu penyebab semakin berkurangnya habitat yang sesuai bagi ikan pelangi arfak di Sungai Nimbai (Manangkalangi *et al.* 2015). Oleh karena itu, perlindungan zona riparia yang masih ada dan restorasinya yang telah rusak perlu dilakukan sebagai salah satu upaya konservasi habitat alami (Wichert & Rapport 1998, Pusey & Arthington 2003, Lorion & Kennedy 2009, Orzetti *et al.* 2010) untuk mempertahankan keberadaan populasi ikan endemik ini di alam.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ikan pelangi arfak tidak mampu menoleransi kondisi kekeruhan air yang tinggi. Efektivitas ikan mencari makan mulai menurun pada tingkat kekeruhan yang lebih tinggi ($\geq 100,12$ NTU).

Persantunan

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Frengky N. Krey, Bernadus Duwit, Satriano N. Yoku, dan Paskalina T. Lefaan yang telah membantu di lapangan dan di laboratorium dalam pengumpulan dan penanganan contoh ikan pelangi arfak serta larva nyamuk. Juga disampaikan terima kasih kepada Ridwan Sala atas diskusi terkait dengan analisis data, serta kepada Paulus Boli dan Yehiel H. Dasmasele selaku Kepala Laboratorium Perikanan dan Kepala Laboratorium Ilmu Kelautan FPIK UNIPA yang telah membantu menyediakan sarana dan prasarana dalam penelitian ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas dukungan Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN) tahun 2014.

Daftar pustaka

- Allen GR. 1990. Les poissons arc-en-ciel (*Melanotaeniidae*) de la Péninsule de Vogelkop, Irian Jaya, avec description de trois nouvelles espèces. *Revue française d'Aquariologie*, 16(4): 101-112.
- Allen GR. 1991. *Field guide to the freshwater fishes of New Guinea*. Christensen Research Institute, Madang. 268 p.
- Allen GR, Hadiaty RK. 2013. *Melanotaenia sneideri*, a new species of rainbowfish (*Melanotaeniidae*), from West Papua Province, Indonesia. *Aqua*, 19(3): 137-146.
- Allen GR, Hadiaty RK, Unmack PJ. 2014a. *Melanotaenia flavipinnis*, a new species of rainbowfish (*Melanotaeniidae*) from Misool Island, West Papua Province, Indonesia. *Aqua*, 20(1): 35-52.
- Allen RG, Unmack PJ, Hadiaty RK. 2014b. Three new species of rainbowfishes (*Melanotaeniidae*) from the Birds Head Peninsula, West Papua Province, Indonesia. *Aqua*, 20(3): 139-158.
- Barrett JC, Grossman GD, Rosenfeld J. 1992. Turbidity-induced changes in reactive distance of rainbow trout. *Transactions of the American Fisheries Society*, 121(4): 437-443.
- Batsaikhan B, Kwon J-S, Kim K-H, Lee Y-J, Lee J-H, Badarch M, Yun S-T. 2017. Hydrochemical evaluation of the influences of mining activities on river water chemistry in central northern Mongolia. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(2): 2019-2034.
- Berg L, Northcote TG. 1985. Changes in territorial, gill-flaring, and feeding behavior in juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisuth*) following short-term pulses of suspended sediment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42(8): 1410-1417.
- Berkman HE, Rabeni CF. 1987. Effects of siltation on stream fish communities. *Environmental Biology of Fishes*, 18(4): 285-294.
- Bhattacharjee I, Aditya G, Chandra G. 2009. Laboratory and field assessment of the potential of larvivorous, air-breathing fishes as predators of culicine mosquitoes. *Biological Control*, 49(2): 126-133.
- Binur R, Budirianto HJ. 2008. Potensi populasi ikan pelangi arfak (*Melanotaenia arfakensis* Allen, 1990) di Sungai Wariori Kawasan Cagar Alam Pegunungan Arfak dalam upaya konservasi secara *in-situ*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 4(2): 151-159.
- Bojsen BH, Barriga R. 2002. Effects of deforestation on fish community structure in Ecuadorian Amazon streams. *Freshwater Biology*, 47(11): 2246-2260.
- Bonner TH, Wilde GR. 2002. Effects of turbidity on prey consumption by prairie stream fishes. *Transactions of the American Fisheries Society*, 131(6): 1203-1208.
- Bruton MN. 1985. The effects of suspensoids on fish. *Hydrobiologia*, 125(1): 221-241.
- Carter MW, Shoup DE, Dettmers JM, Wahl DH. 2010. Effects of turbidity and cover on prey selectivity of adult smallmouth bass. *Transactions of the American Fisheries Society*, 139(2): 353-361.
- Casatti L, Ferreira CP, Carvalho FR. 2009. Grass-dominated stream sites exhibit low fish species diversity and dominance by guppies: an assessment of two tropical pasture river basins. *Hydrobiologia*, 632(1): 273-283.
- Colless DH, McAlpine DK. 1996. Diptera (flies). In: Naumann ID, Carne PB, Lawrence JF, Nielsen ES, Spradbery JP, Taylor RW,

- Whitten MJ, Littlejohn MJ (eds). *The Insects of Australia: A textbook for students and research workers*. Volume II. Melbourne University Press. pp. 717-786.
- Connolly NM, Pearson RG. 2007. The effect of fine sedimentation on tropical stream macroinvertebrate assemblages: a comparison using flow-through artificial stream channels and recirculating mesocosms. *Hydrobiologia*, 592: 423-438.
- Couceiro SRM, Hamada N, Forsberg BR, Padovesi-Fonseca C. 2010. Effects of anthropogenic silt on aquatic macroinvertebrates and abiotic variables in streams in the Brazilian Amazon. *Journal of Soils and Sediments*, 10(1): 89-103.
- Couceiro SRM, Hamada N, Forsberg BR, Padovesi-Fonseca C. 2011. Trophic structure of macroinvertebrates in Amazonian streams impacted by anthropogenic siltation. *Austral Ecology*, 36(6): 628-637.
- Crowl TA. 1989. Effects of crayfish size, orientation, and movement on the reaction distance of largemouth bass foraging in clear and turbid water. *Hydrobiologia*, 183(2): 133-140.
- dos Santos FB, Ferreira FC, Esteves KE. 2015. Assessing the importance of the riparian zone for stream fish communities in a sugarcane dominated landscape (Piracicaba River Basin, Southeast Brazil). *Environmental Biology of Fishes*, 98(8): 1895-1912.
- Giam X, Hadiaty RK, Tan HH, Parenti LR, Woor D, Sauri S, Chong KY, Yeo DCJ, Wilcove DS. 2015. Mitigating the impact of oil palm monoculture on freshwater fishes in Southeast Asia. *Conservation Biology*, 29(5): 1357-1367.
- Gleason RA, Euliss Jr. NH, Hubbard DE, Duffy WG. 2003. Effects of sediment load on emergence of aquatic invertebrates and plants from wetland soil egg and seed banks. *Wetlands*. 23 (1): 26-34.
- Growns IO, Davis JA. 1994. Effects of forestry activity (clearfelling) on stream macroinvertebrate fauna in south-western Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 45(6): 963-975.
- Gupta S, Banerjee S. 2013. Comparative assessment of mosquito biocontrol efficiency between guppy (*Poecilia reticulata*) and panchax minnow (*Aplocheilichthys panchax*). *Bioscience Discovery*, 4(1): 89-95.
- Hattori A, Warburton K. 2003. Microhabitat use by the rainbowfish *Melanotaenia duboulayi* in a subtropical Australian stream. *Journal of Ethology*, 21: 15-22.
- Henley WF, Patterson MA, Neves RJ, Lemly AD. 2000. Effects of sedimentation and turbidity on lotic food webs: a concise review for natural resource managers. *Reviews in Fisheries Science*, 8(2): 125-139.
- Iwata T, Nakano S, Inoue M. 2003. Impacts of past riparian deforestation on stream communities in a tropical rain forest in Borneo. *Ecological Applications*, 13(2): 461-473.
- Jacob SS, Nair NB, Balasubramanian NK. 1983. Influence of certain environmental factors on the predatory efficiency of the larvivorous fish *Macropodus cupanus*. *Environmental Biology of Fishes*, 9(3-4): 295-300.
- Kadarusman, Sudarto, Paradis E, Pouyaud L. 2010. Description of *Melanotaenia fasinensis*, a new species of rainbowfish (Melanotaeniidae) from West Papua, Indonesia with comments on the rediscovery of *M. Ajamaruensis* and the endangered status of *M. parva*. *Cybium*, 34(2): 207-215.
- Kadarusman, Sudarto, Slembrouck J, Pouyaud L. 2011. Description of *Melanotaenia salawati*, a new species of rainbowfish (Melanotaeniidae) from Salawati Island, West Papua, Indonesia. *Cybium*, 35(3): 223-230.
- Kadarusman, Hubert N, Hadiaty RK, Sudarto, Paradis E, Pouyaud L. 2012. Cryptic diversity in Indo-Australian rainbowfishes revealed by DNA barcoding: implications for conservation in a biodiversity hotspot candidate. *Plos ONE*, 7(7): e40627.
- Lenzi MA, Marchi L. 2000. Suspended sediment load during floods in a small stream of the Dolomites (northeastern Italy). *Catena*, 39: 267-282.
- Lobón-Cerviá J, Mazzoni R, Rezende CF. 2016. Effects of riparian forest removal on the trophic dynamics of a Neotropical stream fish assemblage. *Journal of Fish Biology*, 89(1): 50-64.
- Lorion CM, Kennedy BP. 2009. Riparian forest buffers mitigate the effects of deforestation on fish assemblages in tropical headwater streams. *Ecological Applications*, 19(2): 468-479.
- Manangkalangi E. 2009. Makanan, pertumbuhan dan reproduksi ikan pelangi arfak (*Melanota-*

- enia arfakensis* Allen) di Sungai Nimbai dan Sungai Aimas, Manokwari. *Tesis*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 105 hlm.
- Manangkalangi E, Pattiasina TF. 2005. Studi pendahuluan aspek reproduksi dan pertumbuhan ikan rainbow (melanotaeniidae) di perairan tawar Distrik Kebar Kabupaten Manokwari. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 1(2): 87-94.
- Manangkalangi E, Rahardjo MF, Sjfaii DS. 2009a. Habitat ontogeni ikan pelangi arfak (*Melanotaenia arfakensis*) di Sungai Nimbai dan Sungai Aimas, Manokwari. *Jurnal Natural*, 8(1): 4-11.
- Manangkalangi E, Rahardjo MF, Sjfaii DS, Sulistiono. 2009b. Musim pemijahan ikan pelangi arfak (*Melanotaenia arfakensis* Allen) di Sungai Nimbai dan Sungai Aimas, Manokwari. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 9(1): 1-12.
- Manangkalangi E, Rahardjo MF, Sjfaii DS, Sulistiono. 2010. Preferensi makanan ikan pelangi arfak (*Melanotaenia arfakensis* Allen, 1990) di Sungai Nimbai dan Sungai Aimas, Manokwari. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 10(2): 123-135.
- Manangkalangi E, Kaliele MY. 2011. Luas relung, tumpang tindih dan strategi mencari makan ikan pelangi arfak (*Melanotaenia arfakensis*) dan ikan pemakan nyamuk (*Gambusia affinis*) di Sungai Nimbai, Manokwari. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 7(2): 153-164.
- Manangkalangi E, Leatemia SPO, Lefaan PT, Peday HFZ, Sembel L. 2014. Kondisi habitat ikan pelangi arfak, *Melanotaenia arfakensis*, 1990 di Sungai Nimbai, Prafi Manokwari. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 14(1): 21-36.
- Manangkalangi E, Leatemia SPO, Lefaan PT, Peday HFZ, Sembel L. 2015. Potensi ikan pelangi arfak *Melanotaenia arfakensis* Allen 1990 sebagai biokontrol larva nyamuk. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 15(2): 107-117.
- Mercer EV, Mercer TG, Sayok AK. 2013. Effects of forest conversions to oil palm plantations on freshwater macroinvertebrates: a case study from Sarawak, Malaysia. *Journal of Land Use Science*, 9(3): 260-277.
- Mol JH, Ouboter PE. 2004. Downstream effects of erosion from small-scale gold mining on the instream habitat and fish community of a small neotropical rainforest stream. *Conservation Biology*. 18(1): 201-214.
- Mori GB, de Paula FR, de Barros Ferraz SF, Camargo AFM, Martinelli LA. 2015. Influence of landscape properties on stream water quality in agricultural catchments in south-eastern Brazil. *Annales de Limnologie*, 51(1): 11-21.
- Northcote TG. 1995. Comparative biology and management of Arctic and European grayling (Salmonidae, *Thymallus*). *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 5(2): 141-194.
- Orzetti LL, Jones RC, Murphy RF. 2010. Stream condition in Piedmont streams with restored riparian buffers in the Chesapeake Bay watershed. *Journal of the American Water Resources Association*, 46(3): 473-485.
- Pusey BJ, Arthington AH. 2003. Importance of riparian zone to the conservation and management of freshwater fish: a review. *Marine and Freshwater Research*, 54(1): 1-16.
- Rowe DK, Dean TL. 1998. Effects of turbidity on the feeding ability of the juvenile migrant stage of six New Zealand freshwater fish species. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 32(1): 21-29.
- Rowe D, Hick M, Richardson J. 2000. Reduced abundance of banded kokopu (*Galaxias fasciatus*) and other native fish in turbid rivers of the North Island of New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 34(3): 547-558.
- Russell BM, Wang J, Williams Y, Hearnden MN, Kay BH. 2001. Laboratory evaluation of two native fishes from tropical North Queensland as biological control agents of subterranean *Aedes aegypti*. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 17(2): 124-126.
- Sabariah V. 2004. Infeksi parasit copepoda: cacing jangkar (*Lernae* sp.) pada ikan pelangi arfak (*Melanotaenia arfakensis*). Prosiding Pengendalian Penyakit pada Ikan dan Udang Berbasis Imunisasi dan Biosecurity. Seminar Nasional IV Penyakit Ikan dan Udang. Purwokerto 18-19 Mei 2004. Hal. 38-41.
- Sabariah V, Simatauw F, Kopalit H. 2005. Ekto-parasit dan endoparasit ikan rainbow (*Melanotaenia arfakensis*) dari Sungai Nuni-Manokwari. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 1(2): 95-101.
- Sabariah V, Manangkalangi E, Kopalit H. 2006a. Variasi musim dan geografis parasit ikan rainbow arfak (*Melanotaenia arfakensis*)

- pada beberapa sungai di Manokwari. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 2(1): 67-78.
- Sabariah V, Manangkalangi E, Zainuddin F. 2006b. Kebiasaan makanan ikan pelangi arfak (*Melanotaenia arfakensis*) dari perairan Sungai di Kebar dan Prafi-Manokwari. Prosidings Seminar Nasional Ikan IV, Jatiluhur 29-30 Agustus 2005. pp. 19-23.
- Saleeza SNR, Norma-Rashid Y, Sofian-Azirun M. 2014. Guppies as predators of common mosquito larvae in Malaysia. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 45(2): 299-308.
- Shoup DE, Wahl DH. 2009. The effects of turbidity on prey selection by piscivorous largemouth bass. *Transactions of the American Fisheries Society*, 138(5): 1018-1027.
- Sigler JW, Bjornn TC, Everest FH. 1984. Effects of chronic turbidity on density and growth of steelhead and coho salmon. *Transactions of the American Fisheries Society*. 113(2): 142-150.
- Sutherland AB, Meyer JL, Gardiner EP. 2002. Effects of land cover on sediment regime and fish assemblage structure in four southern Appalachian streams. *Freshwater Biology*, 47(9): 1791-1805.
- Sutherland AB, Meyer JL. 2007. Effects of increased suspended sediment on growth rate and gill condition of two southern Appalachian minnows. *Environmental Biology of Fishes*, 80(4): 389-403.
- Sweka JA, Hartman KJ. 2003. Reduction of reaction distance and foraging success in smallmouth bass, *Micropterus dolomieu*, exposed to elevated turbidity levels. *Environmental Biology of Fishes*, 67(4): 341-347.
- Tapilatu RF, Renyaan AWA. 2005. Kajian aspek morfologis rainbowfish arfak (*Melanotaenia arfakensis*) pada habitat aslinya di beberapa daerah aliran sungai dalam kawasan lindung Pegunungan Arfak Manokwari. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 1(2): 79-86.
- Uthe-Palm AC. 1999. The effect of prey mobility, prey contrast, turbidity and spectral composition on the reaction distance of *Gobiusculus flavescens* to its planktonic prey. *Journal of Fish Biology*, 54(6): 1244-1258.
- Vogel JL, Beauchamp DA. 1999. Effects of light, prey size, and turbidity on reaction distances of lake trout (*Salvelinus namaycush*) to salmonid prey. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 56(7): 1293-1297.
- Walling DE, Owens PN, Waterfall BD, Leeks GJL, Wass PD. 2000. The particle size characteristics of fluvial suspended sediment in the Humber and Tweed catchments, UK. *The Science of the Total Environment*, 251-252: 205-222.
- Wang J, Edwards PJ, Wood F. 2013. Turbidity and suspended-sediment changes from stream-crossing construction on a forest haul road in West Virginia, USA. *International Journal of Forest Engineering*, 24(1): 76-90.
- Wichert GA, Rapport DJ. 1998. Fish community structure as a measure of degradation and rehabilitation of riparian systems in an agricultural drainage basin. *Environmental Management*, 22(3): 425-443.
- Willems KJ, Webb CE, Russell RC. 2005. A comparison of mosquito predation by the fish *Pseudomugil signifer* Kner and *Gambusia holbrooki* (Girard) in laboratory trials. *Journal of Vector Ecology*, 30(1): 87-90.
- Wright JP, Flecker AS. 2004. Deforesting the riverscape: the effects of wood on fish diversity in a Venezuelan piedmont stream. *Biological Conservation*, 120(3): 439-449.
- Zamor RM, Grossman GD. 2007. Turbidity affects foraging success of drift-feeding mosquitofish. *Transactions of the American Fisheries Society*, 136(1): 167-176.

Hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan petek, *Leiognathus equulus* (Forsskal, 1775) di Teluk Pabean, Jawa Barat

[Length-weight relationship and condition factor of common ponyfish, *Leiognathus equulus* (Forsskal, 1775) in Pabean Bay, Indramayu, West Java]

Reiza Maulana Aditriawan^{1✉}, Nico Runtuboy²

¹ Masyarakat Ikhtiologi Indonesia

² Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut Lampung

Diterima: 9 Agustus 2017; Disetujui: 17 Oktober 2017

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan petek yang ada di Teluk Pabean, Indramayu. Penelitian dilaksanakan selama satu tahun dari bulan April 2016 hingga bulan Maret 2017. Ikan contoh ditangkap dengan menggunakan alat tangkap yaitu jaring insang dan sero. Jumlah ikan yang tertangkap sebanyak 154 ekor dengan kisaran panjang total 18 - 141 mm dan bobot 0,05 - 41,35 g. Hubungan panjang-bobot ikan petek sepanjang tahun 2016 adalah $W = 7 \times 10^{-6} L^{3,1983}$. Hasil ini menunjukkan bahwa pola pertumbuhan ikan bersifat alometrik positif. Faktor kondisi ikan petek berfluktuasi berkisar antara 0,67 - 1,42.

Kata penting: alometrik positif, bobot, faktor kondisi, panjang

Abstract

This study is aimed to determine length-weight relationship and condition factor of common ponyfish in Pabean Bay, Indramayu. The study was carried out for one year, from April 2016 to March 2017. Fish collection were caught using gillnet and set net. total of 154 individual fishes were caught, the fish samples ranged from 18 - 141 mm in length and 0.05 - 41.35 g in weight. The length-weight relationship of ponyfish throughout a year was $W = 7 \times 10^{-6} L^{3,1983}$. The result indicated that the growth pattern of fish was positive allometric. The relative condition factor of ponyfish was varied from 0,67 - 1,42

Keywords: condition factor, length, positive allometric, weight

Pendahuluan

Ikan petek (*Leiognathus equulus*, Forsskal 1775) tinggal di dasar perairan hingga mencapai permukaan (bentopelagik), sebagian besar hidup di laut, beberapa di air payau dan air tawar pada kedalaman 10-110 m, dan sampai kedalaman 40-60 m biasanya ditemukan dalam gerombolan besar (James 1984). Saat terjadi pasang ikan petek masuk ke dalam daerah estuari sehingga ditemukan pula di sekitar muara sungai, pesisir pantai yang berlumpur, dan mangrove. Menurut IUCN (2012), spesies yang tergabung dalam Famili Leiognathidae masuk ke dalam kategori beresiko rendah (*least concern*) yang artinya spesies ini

tidak masuk ke dalam kategori punah maupun terancam punah. Selain memiliki wilayah persebaran yang luas, ikan petek juga memiliki jumlah yang melimpah. Pemanfaatan ikan petek telah dilakukan sejak lama di beberapa daerah seperti di perairan Barat Sumatra. Hasil penelitian Wedjadmiko (2007) yang membandingkan komposisi hasil tangkapan pukat harimau tahun 2005 dan 2006 menunjukkan famili Leiognathidae merupakan famili paling dominan tertangkap. Di daerah lain seperti Mayangan - Subang, ikan petek merupakan ikan hasil tangkap sampingan yang dominan sehingga banyak di pasarkan dalam bentuk kering (Novitriana *et al.* 2004). Di Teluk Pabean, Indramayu ikan petek merupakan jenis ikan hasil tangkap sampingan yang penting kare-

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: reizascscs@gmail.com

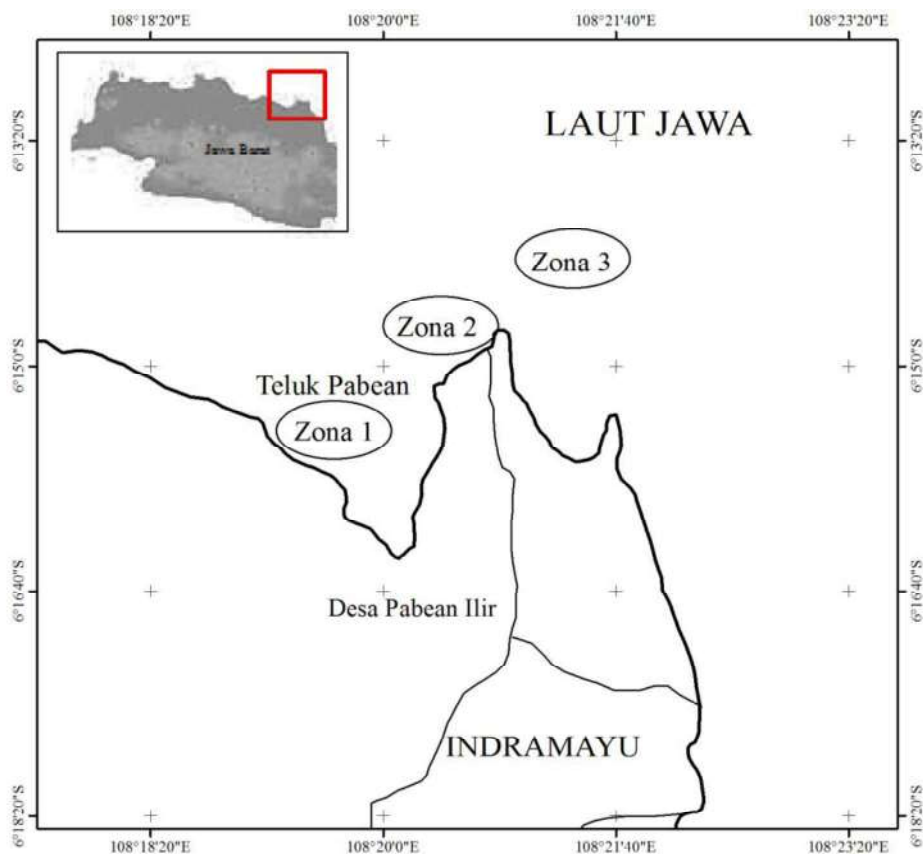
na merupakan bahan campuran utama untuk pembuatan terasi.

Penelitian mengenai berbagai macam aspek mengenai ikan petek telah dilakukan seperti potensi penangkapan (Wedjadmiko 2007), reproduksi (Novitriana *et al.* 2004), dan kebiasaan makan (Prihatiningsih *et al.* 2014). Penelitian aspek pertumbuhan diperlukan karena sebelumnya belum ada informasi penelitian mengenai ikan petek di Teluk Pabean. Penelitian bertujuan menganalisis hubungan panjang bobot dan menganalisis faktor kondisi ikan petek di Teluk Pabean.

Bahan dan metode

Penelitian dilakukan di perairan Teluk Pabean, Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa

Barat. Pengambilan ikan contoh dilakukan dalam interval waktu satu kali dalam satu bulan selama satu tahun antara bulan April 2016 hingga bulan Maret 2017. Pengambilan ikan contoh dilakukan di tiga stasiun. Stasiun 1 berlokasi di dalam area Teluk Pabean yang merupakan lokasi aktivitas penangkapan menggunakan alat tangkap sero. Stasiun 2 berlokasi di mulut sungai Cimanuk yang merupakan daerah berbatasan langsung dengan laut dan banyak ditumbuhi oleh mangrove. Stasiun 3 berlokasi di sebelah timur muara yang merupakan daerah aktivitas penangkapan menggunakan jaring. Lokasi pengambilan contoh ikan dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan contoh ikan di Teluk Pabean, Indramayu.

Ikan contoh ditangkap menggunakan dua alat tangkap yaitu sero dan jaring insang. Jaring insang yang digunakan memiliki dimensi panjang 400 meter, tinggi 1,5 meter dan ukuran mata jaring 1,5 inci. Jaring dipasang selama 60 menit lalu diangkat sebelum kembali ditebar pada setiap titik sampling. Alat tangkap sero terdiri atas susunan pagar-pagar semi permanen yang akan menuntun ikan masuk kedalam perangkap berbentuk kotak persegi berukuran 2 m x 2 m. Perangkap sero dioperasikan pada pagi hari pukul 06.00 selama 24 jam.

Ikan contoh yang didapat diawetkan dengan formalin 10% dan dikelompokkan menurut area penangkapannya untuk kemudian dibawa ke Laboratorium. Analisis berupa pengukuran panjang total dari ujung kepala hingga pangkal ekor dan ditimbang bobot tubuhnya dengan timbangan digital. Data ini digunakan untuk menentukan hubungan panjang-bobot dan faktor kondisi ikan.

Analisis hubungan panjang-bobot bertujuan untuk menentukan pola pertumbuhan ikan di alam dan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$W = aL^b$$

Keterangan: W= bobot ikan (g), L= panjang total ikan (mm), a dan b adalah konstanta hasil regresi.

Uji t ($p < 0,05$) digunakan untuk menguji apakah nilai $b = 3$ atau tidak. Jika $b = 3$ berarti ikan mempunyai pola pertumbuhan isometrik dan sebaliknya bila $b \neq 3$ berarti pola pertumbuhan ikan bersifat alometrik (Effendie 2002).

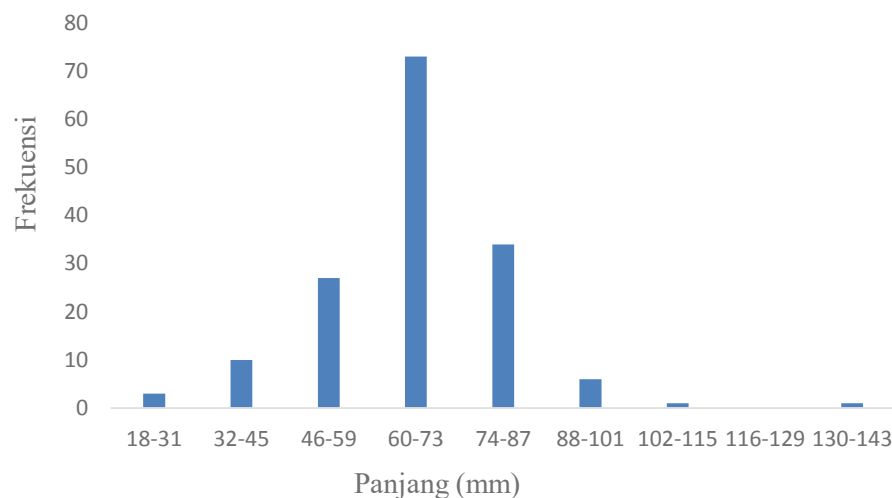
Faktor kondisi merupakan sebuah nilai indeks yang menunjukkan kondisi kesehatan ikan. Nilai indeks tersebut diperoleh dengan rumus Le Cren (1951):

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

Keterangan: K= faktor kondisi, W= bobot ikan (g), L= panjang total ikan (mm), a dan b adalah konstanta.

Hasil

Total ikan petek yang diperoleh selama penelitian sebanyak 154 ekor dengan beragam ukuran. Panjang total ikan petek berkisar antara 18 - 141 mm, sedangkan kisaran bobot antara 0,05 – 41,35 gram. Pengelompokan kelas panjang ikan petek diperoleh 8 kelompok kelas panjang dengan frekuensi tertinggi yaitu 73 ekor pada selang kelas 60-73 mm (Gambar 2).

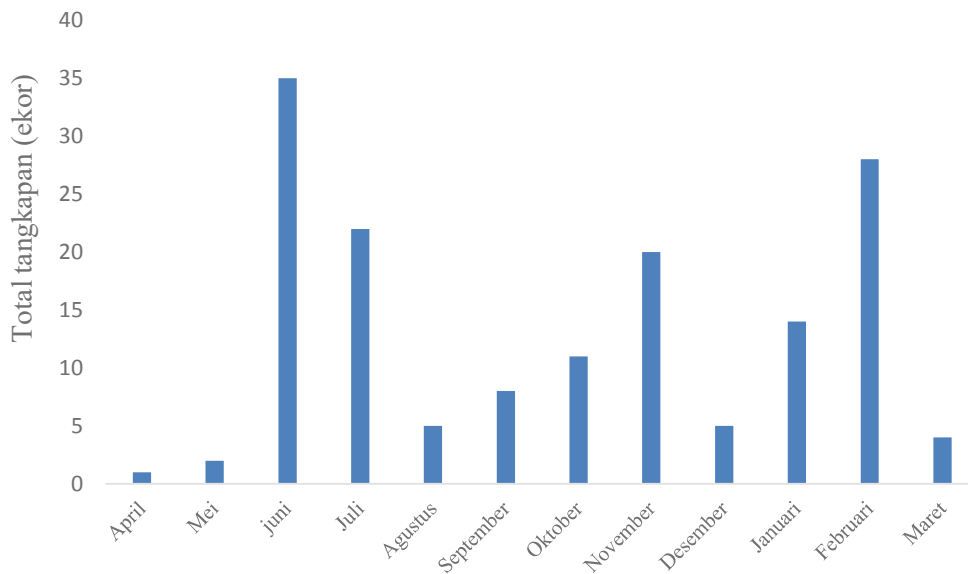


Gambar 2. Sebaran frekuensi panjang ikan petek (*Leioognathus equulus*)

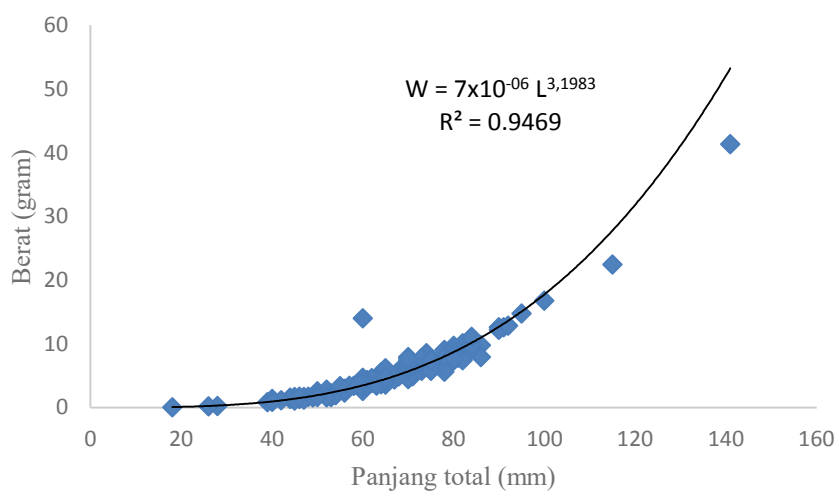
Hasil tangkapan ikan petek setiap bulan pengamatan cukup bervariasi dan juga berfluktuasi (Gambar 3). Jumlah ikan petek yang tertangkap tertinggi pada bulan Juni 2016, yakni sebanyak 35 ekor, lalu mengalami penurunan sebelum kembali mengalami puncak tangkapan pada bulan November 2016 yakni sebanyak 20 ekor, pola yang sama terjadi pada selang tiga

bulan pengamatan, yaitu pada bulan Februari sebanyak 28 ekor yang selama dua bulan sebelumnya hasil tangkapan mengalami penurunan.

Hubungan panjang-bobot dianalisis dengan menggunakan data panjang total dan bobot total ikan contoh. Hubungan panjang-bobot ikan petek selama penelitian ini dijelaskan pada Gambar 4.



Gambar 3. Grafik total tangkapan setiap bulan



Gambar 4. Hubungan panjang bobot ikan petek

Tabel 1. Faktor kondisi ikan petek per bulan

Bulan	Jumlah ikan (ekor)	Panjang (mm)	Bobot (gram)	Kisaran faktor kondisi	Faktor kondisi rata-rata
April	1	115	22,44	0,81	0,81
Mei	2	70 – 70	7,37 – 7,91	1,29 – 1,39	1,34
Juni	34	44 – 95	1,52 – 14,73	0,69 – 1,26	0,97
Juli	22	40 – 100	1,10 – 16,76	0,78 – 1,26	1,00
Agustus	5	62 - 82	4,04 – 7,99	0,78 – 1,09	0,95
September	8	70 -80	4,87 – 9,69	0,85 – 1,19	0,99
Oktober	11	50 – 84	0,86 – 12,86	0,74 – 1,30	0,97
November	20	39 – 92	0,86 – 12,86	0,87 – 1,42	1,03
Desember	5	61 – 71	3,49 - 6,03	0,83 – 1,19	0,97
Januari	14	60 – 70	3,90 – 6,83	0,84 – 1,33	1,10
Februari	28	40 – 141	0,88 – 41,35	0,69 – 1,38	1,00
Maret	4	18 - 59	0,05 – 3,58	0,67 – 1,09	0,82

Analisis hubungan panjang bobot ikan petek diperoleh persamaan $W = 7 \times 10^{-06} L^{3,1983}$ dengan nilai R^2 sebesar 0,9469, nilai koefisien korelasi (r) yang didapat mendekati 1 yaitu sebesar 0,9731. Analisis uji t membuktikan bahwa pola pertumbuhan ikan petek adalah alometrik positif, artinya pertambahan bobot lebih besar dibandingkan pertambahan panjang.

Hasil analisis perhitungan nilai faktor kondisi ikan petek ditampilkan pada Tabel 1. Faktor kondisi individu ikan tiap bulan terendah terjadi pada bulan Maret 2017 (sebesar 0,67) dan tertinggi pada bulan November 2016 (sebesar 1,42). Nilai faktor kondisi rata-rata per bulan terendah ditemukan selama penelitian memperlihatkan bahwa pada bulan April 2016 merupakan nilai terendah, sedangkan nilai faktor kondisi rata-rata perbulan tertinggi yaitu pada bulan Mei 2016.

Pembahasan

Hasil penelitian mendapatkan data panjang dan bobot ikan petek yang bervariasi, kisaran panjang dan bobot ikan petek tidak jauh berbeda yang berkisar antara 18 mm hingga 141 mm dan bobot 0,05 g hingga 41,35 g. Uji t terhadap persamaan hubungan panjang bobot menunjuk-

kan pola pertumbuhan yang sama yaitu alometrik yang juga berarti pertambahan bobot tidak sebanding dengan pertambahan panjang, dilihat dari nilai b yang diperoleh yaitu sebesar 3,1983 mengungkapkan pertambahan bobot lebih besar dibandingkan pertambahan panjang. karena nilai b lebih besar dari 3 (alometrik positif).

Jenning *et al.* (2001) menyatakan beberapa faktor memengaruhi pola pertumbuhan, diantaranya kondisi fisiologis dan lingkungan seperti suhu, pH, dan salinitas, serta kondisi geografis. Perkembangan gonad dan ketersediaan makanan di habitat juga dapat memengaruhi pola pertumbuhan menurut Froese (2006).

Faktor kondisi adalah indeks yang memperlihatkan kondisi kesehatan ikan secara kuantitatif. Penentuan nilai faktor kondisi didasarkan pada pola pertumbuhan. Pola pertumbuhan ikan petek di semua stasiun selama penelitian menunjukkan pertumbuhan alometrik. Analisis faktor kondisi ikan petek di Teluk Pabean, Indramayu memiliki nilai yang berfluktuasi tiap bulan. Nilai faktor kondisi terendah pada bulan Maret 2017 (0,6788) pada kisaran panjang ikan petek 18 – 59 mm dan nilai faktor tertinggi pada bulan Juni 2016 (4,0418) pada kisaran panjang ikan petek

44 – 95 mm. Nilai faktor kondisi rata-rata per bulan memperlihatkan bulan April 2016 merupakan nilai terendah yaitu sebesar 0,8087, sedangkan nilai faktor kondisi rata-rata per bulan tertinggi yaitu pada bulan Mei 2016.

Nilai faktor kondisi dapat berfluktuasi sebagai representasi dari banyaknya faktor yang mempengaruhi, seperti dikatakan oleh Sarkar *et al.* (2013) bahwa nilai faktor kondisi berbeda disebabkan oleh adanya perbedaan musim yang berlangsung sepanjang tahun. Musim pemijahan menaruh andil yang menyebabkan faktor kondisi rendah karena pada periode ini energi lebih banyak di butuhkan bagi perkembangan gonad (de Souza *et al.* 2008). Selain itu diduga pada saat ikan betina matang gonad tidak melakukan aktivitas makan sehingga asupan energi yang dibutuhkan berasal dari cadangan lemak dalam tubuh serta ketersediaan makanan di alam tidak melimpah sehingga perkembangan gonad menjadi lambat dan ukuran gonad menjadi kecil, kondisi ini telah ditemukan pada ikan *L. equulus* di perairan pantai Mayangan (Novitriana *et al.* 2004).

Simpulan

Pola pertumbuhan ikan petek memperlihatkan pertambahan bobot lebih besar dibandingkan pertambahan panjang (alometrik positif). Faktor kondisi ikan petek berfluktuasi tiap bulan.

Persantunan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pak Suwara dan keluarga, Pak Kirwan dan nelayan lainnya di Teluk Pabean yang telah membantu selama kegiatan penelitian di lapangan.

Daftar pustaka

de Souza EJ, Fragoso-Moura EN, Fenerich-Verani N, Rocha O, Verani JR. 2008. Popu-

lation structure and reproductive biology of *Cichla kelberi* (Perciformes, Cichlidae) in Lobo Reservoir, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 6(2): 201-210.

Effendie MI. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 163 hlm.

Froese R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4):241-253.

IUCN. 2012. The IUCN Red List of Threatened Species. UK. ISSN 2307-8235. Diunduh 17 Juli 2017

James PSBR. 1984. Leiognathidae. In: Fischer W, Bianchi G (eds.). *FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Indian Ocean (Fishing area 51)*. Vol. 2. FAO. Rome.

Jennings S, Kaiser MJ, Reynolds JD. 2001. *Marine Fisheries Ecology*. Blackwell Sciences. Oxford. 417 p.

Le Cren ED. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Jurnal of Animal Ecology*, 20(2): 201-219.

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

Prihatiningsih, Pustika Ratnawati, Muhamad Taufik. 2014. Biologi reproduksi dan kebiasaan makan ikan petek (*Leiognathus splendens*) di Perairan Banten dan sekitarnya. *Bawal*, 7(1): 1-8

Sarkar UK, Khan GE, Dabas A, Pathak AK, Mir JI, Rebello SC, Pal A, Singh SP. 2013. Length weight relationship and condition factor of selected freshwater fish species found in River Ganga, Gomti and Rapti, India. *Journal of Environmental Biology*, 34(5): 1951-1956.

Wedjadmiko. 2007. Komposisi ikan petek (Leiognathidae) di Perairan Barat Sumatra. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 7(1): 9-14.

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 17 Nomor 3 Bulan Oktober Tahun 2017, yaitu:

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

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

Anang Hari Kristanto, Dr. (Balai Penelitian dan Pengembangan Budi daya Air Tawar)

Asriyana, Dr. (Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-Universitas Halu Oleo)

Bambang Sulistiyarto, Dr. (Fakultas Perikanan, Universitas Kristen Palangkaraya)

Didik WH Tjahjo, Dr. (Balai Riset Pemulihan Sumber Daya Ikan)

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

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

Muchlisin Z.A, Prof. Dr. (Department of Aquaculture, Faculty of Marine and Fishery Sciences, Syiah Kuala University)

Prawira A.R.P. Tampubolon, MSi. (Loka Penelitian Perikanan Tuna – Denpasar)

Indeks penulis

Abdillah A M	289	Murwantoko	227
Abulias M N	185	Muslih	155
Aditriawan R M	311	Muslimin B	123
Affandi R	103, 201	Nadiarti	165
Andriani Y	175, 289	Nasmi J	103
Arianti N D	117	Nirmala K	103
Arma N R	165	Novianingrum P	227
Bastiar	29	Nurani T	185
Bhagawati D	185	Oktaviyani S	215
Budiardi T	1	Perangin Angin R	67
Dhahiyat Y	175	Pranoto B E	85
Diani V S	85	Putri F P	21
Djumanto	85, 227	Putri I W	11
Emmawati L	239	Rachmawati F N	155
Fachruddin L	165	Radona D	21
Fahmi M R	29	Rahardjo M F	45, 117, 201, 299
Fahrudin A	67	Robisalmi A	55
Febrianti R	133	Rosidah	289
Gunadi B	55	Rubiansyah M R	175
Gundo M T	239	Runtuboy N	311
Gustiano R	201	Sahidin A	175
Hadi S	259	Santi E P	45
Hadiaty R K	273, 299	Sauri S	273
Hadie W	239	Setiawati M	11
Haerul A	165	Setiyaningsih L	143
Haetami K	289	Setyawan P	55
Hariyadi S	299	Setyobudi E	85, 227
Hasan Z	175	Solihin D D	201
Helmizuryani	123	Subhan U	289
Irmawati	165	Sudrajat A O	29
Jusadi D	11	Suharyanto	133
Jusmaldi	201	Sularto	133
Kantun W	259	Sulistiono	45, 67
Kasmi M	259	Suman A	67
Khotimah K	123	Susilo U	155
Kurnia R	67	Supriyono E	1
Kurniawan W	215	Tresnati J	165
Kusmini I I	21	Widanarni	143
Lukmini A	1	Yuhana	143
Lusiastuti A M	143	Zahid A	117
Manangkalangi E	299		

Indeks subyek

<i>Aeromonas hydrophila</i>	143	nila biru, <i>Oreochromis aureus</i>	55
antidopamin	29	pelangi arfak, <i>Melanotaenia arfakensis</i>	299
<i>Bacillus cereus</i>	143	petek, <i>Leiognathus equulus</i>	311
Bantul	227	ringau, <i>Datnioides microlepis</i>	29
Cytochrome C Oxidase Subunit I (COI)	165, 239	rono, <i>Adrianichthys oophorus</i>	239
Danau Poso	239	seriding, <i>Ambassis nalua</i>	45, 115
daya gabung gen	133	sidat, <i>Anguilla bicolor</i>	155
diameter telur	201, 289	<i>Stiphodon</i>	273
efektivitas ikan makan	299	ikan demersal	67
enzim pencernaan	11	iktiofauna air tawar	273
estradiol	155	indeks bagian terbesar	45
faktor kondisi	311	indeks ekologi	67
fekunditas	185, 227, 259, 289	indeks mata	155
fentin asetat	1	jarak genetik	133
filogenetik	165	juvenil	101
glukosa darah	101	kangkung darat, <i>Ipomoea reptans</i>	175
GnRH-analog	155	keanekaragaman	67
hematologi	1	kedelai	123
heterosis	133	kekeruhan air	299
histologi	115	kematangan gonad	155, 201, 215, 227, 259
hormon pregnant mare serum gonadotropin	29	kepadatan	101
hubungan panjang-bobot	311	keragaman genetik ikan	239
ikan		komunitas	67
bandeng, <i>Chanos chanos</i>	83	kunyit <i>Curcuma longa</i>	11
betok, <i>Anabas testudineus</i>	123	Laut Cina Selatan	67
gabus, <i>Channa spp.</i>	165	makanan	45, 83
gabus <i>Channa striata</i>	101	mikrokapsul probiotik	143
gurami, <i>Osphronemus goramy</i>	133	moluskisida	1
hiu	185	nisbah kelamin	55, 185, 215
kakap <i>Lutjanus vitta</i>	215	padat tebar	21
kembung lelaki, <i>Rastreliger kanagurta</i>	259	pascalarva	21
komet, <i>Carassius auratus auratus</i>	289	Pelabuhan Perikanan Samudra Cilacap	185
lalawak, <i>Barbonymus balleroides</i>	21	pembetinaan	123
lais, <i>Ompok miostoma</i>	201	pemijahan	115, 201, 259
layur, <i>Trichiurus lepturus</i>	227	pengangkutan ikan	101
lele, <i>Clarias gariepinus</i>	143	perendaman larva	123
mas, <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus	11	perkembangan gonad	29
nila, <i>Oreochromis niloticus</i>	1	perkembangan sel telur	115

persebaran	67	sublethal	1
pertumbuhan	1, 11, 21, 55, 83, 143	Sungai Mahakam	201
Pulau Enggano	273	susu sapi	123
reproduksi	155, 215, 227, 259, 289	Teluk Pabean	45, 311
resistensi ikan	143	Teluk Jakarta	215
respons imun	143	tepung otak sapi	289
Takalar	259	toksisitas	1
serotonin	29	<i>truss morphometric</i>	239
sintasan	21, 101	Waduk Sermo	83
sistem akuaponik	175	yuwana	55
<i>Staphylococcus lentus</i>	143		

Volume 17

Aisyah Lukmini, Eddy Supriyono, Tatag Budiardi Toksisitas moluskisida fentin asetat terhadap hematologi dan pertumbuhan ikan nila, <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) [Toxicity of fentin acetate molluscicide on haematological and growth of Nile tilapia, <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)]	1
Ika Wahyuni Putri, Mia Setiawati, Dedi Jusadi Enzim pencernaan dan kinerja pertumbuhan ikan mas, <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758) yang diberi pakan dengan penambahan tepung kunyit <i>Curcuma longa</i> Linn. [Digestive enzymes and growth performance of common carp, <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758 with additional of turmeric meal, <i>Curcuma longa</i> Linn. in the diet]	11
Irin Iriana Kusmini, Fera Permata Putri, Deni Radona Pertumbuhan dan sintasan pascalarva ikan lalawak, <i>Barbonymus balleroides</i> (Valenciennes, 1842) di akuarium dengan kepadatan berbeda [The growth and survival rate of red tailed tinfoil, <i>Barbonymus balleroides</i> (Valenciennes, 1842) post-larvae in aquariums with different densities]	21
Bastiar, Agus Oman Sudrajat, Melta Rini Fahmi Penggunaan serotonin dalam formulasi hormon pregnant mare serum gonadotropin dan antidopamin untuk menginduksi perkembangan gonad ikan ringau, <i>Datnioides microlepis</i> Bleeker, 1854 [Serotonin application in pregnant mare serum gonadotropin hormone and dopamin antagonist formulation to induce gonadal development of Indonesian tigerfish (<i>Datnioides microlepis</i> Bleeker, 1854)]	29
Eda Putri Santi, M. F. Rahardjo, Sulistiono Makanan ikan seriding, <i>Ambassis nalua</i> (Hamilton, 1822) di Teluk Pabean, Jawa Barat [Diet of scalloped perchlet, <i>Ambassis nalua</i> (Hamilton, 1822) in Pabean Bay, West Java]	45
Adam Robisalmi, Priadi Setyawan, Bambang Gunadi Efek nisbah kelamin jantan dan betina yang berbeda terhadap kinerja pertumbuhan yuwana ikan nila biru, <i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner 1864) [Effect of different male and female sex ratio on growth of juvenile blue tilapia <i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner 1864)]	55
Robet Perangin Angin, Sulistiono, Rahmat Kurnia, Achmad Fahrudin, Ali Suman Struktur komunitas sumber daya ikan demersal berdasarkan kedalaman perairan di Laut Cina Selatan (WPP-NRI 711) [Community structure of demersal fish resources based on the depth of the waters in the South China Sea (Indonesia Fisheries Management Zone 711)]	67
Djumanto, Bayu Eko Pranoto, Vinta Seta Diani, Eko Setyobudi Makanan dan pertumbuhan ikan bandeng, <i>Chanos chanos</i> (Forsskål, 1775) tebaran di Waduk Sermo, Kulon Progo [Food and the growth of introduced milkfish, <i>Chanos chanos</i> (Forsskål, 1775) in Sermo Reservoir, Kulon Progo]	85
Jannesa Nasmi, Kukuh Nirmala, Ridwan Affandi Pengangkutan juvenil ikan gabus <i>Channa striata</i> (Bloch 1793) dengan kepadatan berbeda pada media bersalinitas 3 ppt [Transportation of juvenile striped snakehead (Bloch 1793) with different densities in 3 ppt salinity media]	103
Nisha Desfi Arianti, M.F. Rahardjo, Ahmad Zahid Perkembangan sel telur ikan seriding, <i>Ambassis nalua</i> (Hamilton 1822) [Oocyte development of scalloped perchlet, <i>Ambassis nalua</i> (Hamilton 1822)]	117
Helmizuryani, Bobby Muslimin, Khusnul Khotimah Pembetinaan ikan betok, <i>Anabas testudineus</i> (Bloch, 1792) menggunakan larutan susu dan kedelai melalui perendaman larva [Feminization of climbing perch, <i>Anabas testudineus</i> (Bloch, 1792) through larvae immersion milk solutions and soy milk]	123
Sularto, Rita Febrianti, Suharyanto Estimasi jarak genetik, daya gabung gen dan heterosis bobot tubuh persilangan empat populasi ikan gurami, <i>Osphronemus goramy</i> , Lacepede 1801 [Estimates of genetic distance, combining ability and heterosis for body weight of cross four populations of giant gourami, <i>Osphronemus goramy</i> Lacepede 1801]	133
Lilik Setiyaningsih, Widanarni, Angela Mariana Lusiastuti, Munti Yuhana Pengaruh pemberian mikrokapsul probiotik <i>Bacillus cereus</i> P22 dan <i>Staphylococcus lentus</i> L1k pada pakan terhadap kinerja pertumbuhan, respons imun, dan resistensi ikan lele, <i>Clarias gariepinus</i> Burchell 1822 yang diinfeksi <i>Aeromonas hydrophila</i> [Effects of dietary probiotic microcapsules <i>Bacillus cereus</i> P22 and <i>Staphylococcus lentus</i> L1k on growth performance, immune response, and resistance of African catfish, <i>Clarias gariepinus</i> Burchell 1822 infected with <i>Aeromonas hydrophila</i>]	143

Farida Nur Rachmawati, Untung Susilo, Muslih Karakteristik reproduksi ikan sidat <i>Anguilla bicolor</i> McClelland, 1844 yang diinduksi GNRH-analog [Reproductive characteristic of <i>Anguilla bicolor</i> McClelland, 1844 which induced by administration of GnRh – Analog]	155
Irmawati, Joeaharnani Tresnati, Nadiarti, Liestiaty Fachruddin, Nur Rahmawaty Arma, Andi Haerul Identifikasi ikan gabus, <i>Channa</i> spp. (Scopoli 1777) stok liar dan generasi I hasil domestikasi berdasarkan gen <i>Cytochrome C Oxidase Subunit I</i> (COI) [Identification of wild stock and the first generation (F1) of domesticated snakehead fish, <i>Channa</i> spp. (Scopoli 1777) using partial <i>Cytochrome C Oxidase subunit I</i> (COI) gene]	165
Zahidah Hasan, Y. Andriani, Y. Dhahiyat, A. Sahidin, M. R. Rubiansyah Pertumbuhan tiga jenis ikan dan kangkung darat (<i>Ipomoea reptans</i> Poir) yang dipelihara dengan sistem akuaponik [Growth of different strains of three fishes and water spinach (<i>Ipomoea reptans</i> Poir) based aquaponic]	175
Dian Bhagawati, Tri Nurani, Muh. Nadjmi Abulias Jenis, performa, dan nisbah kelamin ikan hiu yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Samudra Cilacap [Species, performance and sex ratio of shark landed in Pelabuhan Perikanan Samudra Cilacap]	185
Jusmaldi, Dedy Duryadi Solihin, Ridwan Affandi, MF Rahardjo, Rudhy Gustiano Kematan gonad dan tipe pemijahan ikan lais, <i>Ompok miostoma</i> (Vaillant, 1902) di Sungai Mahakam Kalimantan Timur [Gonad maturity and spawning type of silurid catfishes, <i>Ompok miostoma</i> (Vaillant, 1902) from Mahakam watershed, East Kalimantan]	201
Selvia Oktaviyani, Wanwan Kurniawan Aspek reproduksi ikan kakap <i>Lutjanus vitta</i> (Quoy & Gainmard, 1824) di Teluk Jakarta dan sekitarnya [Reproductive aspects of brownstripe red snapper <i>Lutjanus vitta</i> (Quoy & Gainmard, 1824) in Jakarta Bay and its surroundings]	215
Praditha Novianingrum, Djumanto, Murwantoko, Eko Setyobudi Biologi reproduksi ikan layur, <i>Trichiurus lepturus</i> Linnaeus, 1758 di perairan pantai Kabupaten Bantul [Reproductive biology of largehead hairtails, <i>Trichiurus lepturus</i> Linnaeus, 1758 in the coastal area of Bantul Regency]	227
Wartono Hadie, Meria Tirsa Gundo, Lies Emmawati Keragaman genetik ikan rono, <i>Adrianichthys oophorus</i> (Kottelat, 1990) spesies endemik di Danau Poso Sulawesi Tengah berdasarkan truss morphometric dan sekuen gen cytochrome C oxidase subunit 1 (COI) [Genetic diversity of egg-carrying bunting, <i>Adrianichthys oophorus</i> (Kottelat, 1990) endemic species of Lake Poso Central Sulawesi using truss morphometrics and sequens of cytochrome c oxidase subunit I gene (COI)]	239
Mauli Kasmi, Syamsul Hadi, Wayan Kantun Biologi reproduksi ikan kembung lelaki, <i>Rastreliger kanagurta</i> (Cuvier, 1816) di perairan pesisir Takalar, Sulawesi Selatan [Reproductive biology of Indian mackerel, <i>Rastreliger kanagurta</i> (Cuvier, 1816) in Takalar Coastal Waters, South Sulawesi]	259
Renny Kurnia Hadiaty, Sopian Sauri Iktiofauna air tawar Pulau Enggano, Indonesia [Freshwater fish of Enggano Island, Indonesia]	273
Ujang Subhan, Yuli Andriani, Kiki Haetami, Rosidah, Abi Muhamad Abdillah Perbaikan performa reproduksi ikan komet (<i>Carassius auratus auratus</i> Linnaeus 1758) melalui pemberian tepung otak sapi sebagai GnRh alami [Improvement of reproductive performance comet fish (<i>Carassius auratus auratus</i> Linnaeus 1758) through the provision of meal cow's brain as a natural GnRH]	289
Emmanuel Manangkalangi, M. F. Rahardjo, Renny K Hadiaty, Sigid Hariyadi Efektivitas ikan pelangi arfak, <i>Melanotaenia arfakensis</i> , Allen 1990 dalam mencari makan pada tingkat keke-ruhan air yang berbeda: suatu pendekatan laboratorium [Feeding effectivity of the arfak rainbowfish, <i>Melanotaenia arfakensis</i> , Allen 1990 on difference of water turbidity level: a laboratory approach]	299
Reiza Maulana Aditriawan, Nico Runtuboy Hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan petek, <i>Leiognathus equulus</i> (Forsskål, 1775) di Teluk Pabean, Jawa Barat [Length-weight relation-ship and condition factor of common ponyfish, <i>Leiognathus equulus</i> (Forsskål, 1775) in Pabean Bay, West Java]	311

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. Widyasatwaloka, 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 tika atas indeks minus, contoh 9 m/det dituliskan 9 m det⁻¹.
- Jangan menggunakan singkatan tanpa keterangan sebelumnya. Kata yang disingkat sebaiknya ditulis lengkap pada penyebutan pertama diikuti singkatan dalam tanda kurung.
- Tanggal ditulis sebagai 'hari bulan tahun', misal 12 September 2010. Singkatan bulan pada tabel dan gambar menggunakan tiga kata pertama nama bulan, misal 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; Sjafei *et al.* (2008) atau (Sjafei *et al.* 2008) untuk penulis lebih dari dua. Penulisan banyak pustaka kutipan dalam teks diurutkan dari yang tertua *eg.* (Gonzales *et al.* 2000, Stergiou & Moutopoulos 2001, Khaironizam & Norma-Rashid 2002, Abdurahiman *et al.* 2004, Frota *et al.* 2004; dan Tarkan *et al.* 2006). Pustaka bertahun sama disusun berurut menurut abjad penulis. Pustaka dari penulis yang sama dan dipublikasikan pada tahun yang sama dibedakan oleh huruf kecil (a, b, c dan seterusnya) yang ditambahkan pada tahun publikasi.

Bagian-bagian naskah

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

Nama penulis ditulis dengan huruf biasa berukuran 12. Alamat ditulis dengan huruf biasa berukuran 9, yang memuat nama dan alamat lembaga disertai kode pos. Khusus penulis untuk berkorespondensi disertai alamat surat elektronik.

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

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

Pendahuluan menjelaskan secara utuh dan jelas alasan mengapa studi dilakukan. Hasil-hasil sebelumnya yang terkait dengan studi anda 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, pekerjaan yang baru diusulkan, atau komunikasi pribadi hanya dibuat dalam teks, di luar Daftar Pustaka.
 - Artikel dan buku yang belum dipublikasikan dan sedang dalam proses pencetakan diberi tambahan "*in press*".
- Khusus artikel ulasan balik suatu topik dan resensi buku tidak perlu mengikuti sistematika penulisan di atas.

Wartono Hadie, Meria Tirsia Gundo, Lies Emmawati Keragaman genetik ikan rono, <i>Adrianichthys oophorus</i> (Kottelat, 1990) spesies endemik di Danau Poso Sulawesi Tengah berdasarkan truss morphometric dan sekuen gen cytochrome C oxidase subunit I (COI) [Genetic diversity of egg-carrying bunting, <i>Adrianichthys oophorus</i> (Kottelat, 1990) endemic species of Lake Poso Central Sulawesi using truss morphometrics and sequens of cytochrome c oxidase subunit I gene (COI)]	239
Mauli Kasmi, Syamsul Hadi, Wayan Kantun Biologi reproduksi ikan kembung lelaki, <i>Rastreliger kanagurta</i> (Cuvier, 1816) di perairan pesisir Takalar, Sulawesi Selatan [Reproductive biology of Indian mackerel, <i>Rastreliger kanagurta</i> (Cuvier, 1816) in Takalar Coastal Waters, South Sulawesi].	259
Renny Kurnia Hadiaty, Sopian Sauri Iktiofauna air tawar Pulau Enggano, Indonesia [Freshwater fish of Enggano Island, Indonesia]	273
Ujang Subhan, Yuli Andriani, Kiki Haetami, Rosidah, Abi Muhamad Abdillah Perbaikan performa reproduksi ikan komet (<i>Carassius auratus auratus</i> Linnaeus 1758) melalui pemberian tepung otak sapi sebagai GnRh alami [Improvement of reproductive performance comet fish (<i>Carassius auratus auratus</i> Linnaeus 1758) through the provision of meal cow's brain as a natural GnRH]	289
Emmanuel Manangkalangi, M. F. Rahardjo, Renny K Hadiaty, Sigid Hariyadi Efektivitas ikan pelangi arfak, <i>Melanotaenia arfakensis</i> , Allen 1990 dalam mencari makan pada tingkat keke-ruhan air yang berbeda: suatu pendekatan laboratorium [Feeding effectivity of the arfak rainbowfish, <i>Melanotaenia arfakensis</i> , Allen 1990 on difference of water turbidity level: a laboratory approach]	299
Reiza Maulana Aditriawan, Nico Runtuboy Hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan petek, <i>Leiognathus equulus</i> (Forsskål, 1775) di Teluk Pabean, Jawa Barat [Length-weight relation-ship and condition factor of common ponyfish, <i>Leiognathus equulus</i> (Forsskål, 1775) in Pabean Bay, West Java]	311

