

Jurnal Iktiologi Indonesia

(Indonesian Journal of Ichthyology)

Volume 17 Nomor 2 Juni 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 2 Juni 2017

Dewan Penyunting

Ketua	: M. F. Rahardjo
Anggota	: Renny K. Hadiaty Wartono Hadie Haryono Sulistiono Endi Setiadi Kartamihardja Charles P.H. Simanjuntak Lies Emmawati Hadie

Alamat Dewan Penyunting:

Gd. Widyasatwaloka, Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Jln. Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong 16911
Telp. (021) 8765056; Fax. (021) 8765068
Laman: www.iktiologi-indonesia.org
Surel: iktiologi_indonesia@yahoo.co.id

Jurnal Iktiologi Indonesia (JII) adalah jurnal ilmiah triannual yang diterbitkan oleh Masyarakat Iktiologi Indonesia (MII) 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 betok, *Anabas testudineus* (Bloch, 1792)
(Foto oleh Haryono)

Percetakan: CV. Rajawali Corporation

Prakata

Jurnal Iktiologi Indonesia edisi bulan ini memuat sepuluh artikel yang mencakup reproduksi ikan, budi daya ikan, dan genetika.

Aspek reproduksi ikan di perairan dikemukakan oleh tiga kelompok penulis. Jusmaldi *et al.* menuliskan tentang kematangan gonad dan tipe pemijahan ikan lais yang merupakan ikan endemik di Sungai Mahakam. Oktaviyani dan Kurniawan menguraikan tentang aspek reproduksi ikan kakap di Teluk Jakarta dan sekitarnya. Novianingrum *et al.* menceritakan aspek biologi reproduksi ikan layur di perairan pantai Kabupaten Bantul. Masih terkait dengan reproduksi, Rachmawati *et al.* menuliskan hasil percobaan menginduksi GNRH-analog pada karakteristik sidat.

Helmizuryani *et al.* melakukan pembetinaan ikan betok dengan cara merendam larva dalam larutan susu dan kedelai. Jenis, performa, dan nisbah kelamin ikan hiu yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Samudra Cilacap dilaporkan oleh Bhagawati *et al.*

Budi daya ikan dengan sistem akuaponik banyak diminati orang. Hasan *et al.* menganalisis bagaimana pertumbuhan tiga jenis ikan (lele, nila, dan koi) dan kangkung darat yang dipelihara dengan sistem akuaponik. Masih terkait dengan ikan lele, Setyaningsih *et al.* mengukur kinerja pertumbuhan, respons imun, dan resistensi ikan lele yang diinfeksi *Aeromonas hydrophila* setelah diberi mikrokapsul probiotik *Bacillus cereus* P22 dan *Staphylococcus lentus* L1k.

Dua penelitian yang berkaitan dengan genetika ikan dilakukan oleh Sularto *et al.* dan Irma-wati *et al.* Kelompok penulis pertama mengestimasi jarak genetik empat populasi ikan gurami yang berasal dari empat daerah yang berbeda. Kelompok penulis ke dua mengidentifikasi ikan gabus liar dan hasil domestikasi.

Sampai dengan edisi yang sekarang ada di tangan anda, *Jurnal Iktiologi Indonesia* terbit dalam versi cetak. Berselang beberapa waktu versi cetak ini diunggah pada laman **Masyarakat Iktiologi Indonesia** (www.iktiologi-indonesia.org) agar informasi yang termuat menjangkau lebih luas masyarakat. Namun dengan berjalannya waktu, hal tersebut tidaklah cukup bila dikaitkan dengan derajat kecepatan informasi ke tangan pembaca. Informasi harus tersampaikan makin luas dan makin cepat.

Merespons tantangan ini, kami merencanakan mulai edisi Oktober 2017 yang akan datang selain versi cetak cetak, kami mengembangkan *Jurnal Iktiologi Indonesia* versi daring (*online*) melalui laman www.jurnal-iktiologi.org. Sekarang laman ini sedang dibangun, dan pada saatnya dapat melayani penulis, pembaca, dan masyarakat yang kegiatannya berhubungan dengan ikan. Harapan kami, laman ini akan menjadikan komunikasi antarkita lebih intens dan lebih bermakna. Semoga.

Penyunting

Pembetinaan ikan betok, *Anabas testudineus* (Bloch, 1792) menggunakan larutan susu dan kedelai melalui perendaman larva

[Feminization of climbing perch, *Anabas testudineus* (Bloch, 1792) through larvae immersion milk solutions and soy milk]

Helmizuryani[✉], Bobby Muslimin, Khusnul Khotimah

Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Palembang
Jalan Jendral A. Yani 13 Ulu Palembang

Diterima: 15 Oktober 2016; Disetujui: 21 Maret 2017

Abstrak

Kemampuan ikan betok, *Anabas testudineus* (Bloch, 1792) untuk tumbuh secara efektif dapat dilakukan dengan pembetinaan menggunakan bahan aktif steroid alami yang berasal dari susu sapi melalui perendaman larva. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan nisbah kelamin betina, sintasan, dan pertumbuhan larva ikan betok. Bahan uji pada penelitian ini adalah larva usia tujuh hari yang didapatkan dari hasil pemijahan induk dengan penyuntikan secara semi alami. Tempat pemeliharaan larva dilakukan di panti benih. Penentuan nisbah kelamin larva ikan dilakukan di laboratorium biologi dan pengamatan air diuji di Laboratorium Kimia Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Palembang dari bulan Maret sampai bulan Mei 2016. Perlakuan uji dilakukan dengan perendaman larva pada media, yaitu susu sapi (P1), susu kedelai (P2), dan campuran keduanya (P3). Masing-masing perlakuan direndam selama 10 jam dengan dosis perlakuan sebesar 2 ml L⁻¹ dan larva sebanyak 50 ekor L⁻¹ direndam pada stoples ukuran 10 liter. Setelah proses perendaman, larva dipelihara dalam akuarium ukuran 30x30x30 cm³ selama 60 hari untuk diamati nisbah kelamin dan tingkat pertumbuhannya. Metode sampling yang digunakan adalah pengambilan sampel secara acak. Sampling pada ikan uji dan air diamati setiap 10 hari sekali dengan jumlah sampling sebanyak 40% pada ikan. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan perendaman dengan larutan susu sapi adalah yang tertinggi, sintasan larva ikan betok sebesar 61,11%, pertumbuhan panjang sebesar 3,77 cm, pertumbuhan bobot sebesar 1,69 g, dan nisbah kelamin betina sebesar 77,78%.

Kata penting: ikan betok, pembetinaan, susu sapi dan kedelai, perendaman larva

Abstract

The ability of climbing perch, *Anabas testudineus* (Bloch, 1792) to grow effectively can be done for a sex reversal using natural steroids active ingredient which are derived from cow's milk through immersion of the fish larvae. This research aims to increase the ratio of the female sex, survival, and growth of the larvae of climbing perch. The research material is a juvenile of 7 days old which is gained from induce breeding methods. The research was conducted at a hatchery. Sex ratio was observed in biology laboratory and water quality was observed in chemical laboratory of the University of Muhammadiyah Palembang from March to May 2016. Post-larva was immersed with three media for the treatment i.e. cow's milk (P1), soya milk (P2) and the mix (P3). The immersion was done by 10 hours; used 2 ml L⁻¹ dozed on each part and 50 post-larva were immersed on jar sized 10 liters. After immersing the post-larva was reared during 60 days in aquarium sized 30x30x30 cm³ for observation of sex ratio and growth. Sampling method used is a random sampling. The post-larva and water were observed every 10 days with 40% material sample of post-larva. The result showed that best grow is in P1 (61.11%). The length growth is 3.77 cm, biomass growth is 1.69 g, and produce sex ratio of female is 77.78%.

Keywords: climbing perch, feminization, cow's milk and soya milk, immersion

Pendahuluan

Ikan betok, *Anabas testudineus* (Bloch, 1792) adalah spesies ikan asli Indonesia yang tersebar di beberapa perairan umum daratan di Pulau Kalimantan, Sumatera, dan Jawa. Ikan ini adalah salah satu jenis ikan penetap (*blackfishes*) yang umumnya hidup liar di perairan rawa,

sungai, dan danau. Permintaan terhadap ikan betok ini cukup tinggi. Di Kalimantan ukuran konsumsi ikan betok memiliki harga antara Rp 30.000-45.000 kg⁻¹ sedangkan di Sumatera harganya antara Rp 16.000-Rp 20.000 (Etika *et al.* 2013). Untuk memenuhi permintaan terhadap ikan tersebut nelayan hanya mengandalkan hasil tangkapan dari alam yang bersifat musiman. Kerusakan habitat, pengalihan fungsi lahan, eksploi-

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: helmizuryani@gmail.com

tasi berlebih, dan pembangunan waduk dapat menyebabkan penurunan populasi ikan bahkan dapat menyebabkan kepunahan spesies (Wargasmita 2002, Sawitri & Iskandar 2006). Melihat adanya kondisi ini, dikhawatirkan pada masa yang akan datang keberadaan ikan betok di Sumatera Selatan akan terancam. Pencegahan ikan ini dari kepunahan perlu dilakukan dengan upaya budi daya (Ross *et al.* 2008) agar produksi ikan betok dapat berlangsung secara berkelanjutan.

Teknik pengarahkan kelamin (*sex reversal*) adalah rekayasa hormonal untuk mengubah karakter seksual betina ke jantan (penjantanan) atau dari jantan menjadi betina (pembetinaan) (Mardi-ana 2009). Pada penerapan teknologi ini ikan yang seharusnya berkelamin jantan diarahkan perkembangan gonadnya menjadi betina (pembetinaan) dan dari betina menjadi jantan (penjantanan). Hal ini bisa dilakukan karena gonad ikan ketika baru menetas belum berdiferensiasi secara jelas menjadi jantan atau betina (Zairin 2002). Salah satu cara untuk mengarahkan ikan berkelamin betina adalah menggunakan hormon estrogen, yaitu hormon estradiol-17 β yang merupakan salah satu hormon sintetik. Namun saat ini hormon sintetik dilarang pemakaiannya. Kementerian Kelautan dan Perikanan melarang penggunaan 21 jenis obat-obatan dalam kegiatan budi daya perikanan, salah satunya steroid sintetik estradiol-17 β (Kepmen No. 52/Kepmen-KP/2014 tentang klasifikasi obat ikan). Oleh karena itu perlu dilakukan kajian terhadap hormon alami dan bahan alami untuk menggantikan hormon sintetik, yaitu menggunakan susu sapi dan susu kedelai. Susu kedelai yang merupakan salah satu olahan dari bahan baku kedelai mengandung hormon fitoestrogen dari klas isoflavon yang dapat bekerja seperti hormon estrogen. Susu sapi adalah bahan makanan yang banyak mengandung estrogen alami.

Penggunaan susu sebagai bahan alami diharapkan dapat membantu pembetinaan ikan betok dengan tujuan memaksimalkan nisbah kelamin tunggal betina dan meningkatkan pertumbuhan saat budidaya. Hasil penelitian Hidayat *et al.* (2016) memperlihatkan bahwa pertumbuhan ikan betok atau papuyu berdasarkan jenis kelamin jantan dan betina yang dipelihara mulai dari benih sampai dewasa selama delapan bulan memiliki hasil tingkat pertumbuhan yang berbeda. Ikan betina menunjukkan pertumbuhan bobot mutlak dan laju pertumbuhan harian ikan betina masing-masing 1,48 kali dan 1,17 kali lebih tinggi dibandingkan dengan ikan jantan. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan nisbah kelamin larva ikan betok (*Anabas testudineus*, Bloch, 1972) kelamin tunggal betina menggunakan susu sapi dan susu kedele.

Bahan dan metode

Penelitian dilakukan di Laboratorium Basah Budidaya Perairan, Laboratorium Biologi dan Laboratorium Kimia Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Palembang dari bulan Maret sampai Mei 2016. Ikan uji yang digunakan adalah larva ikan betok yang berumur tujuh hari dengan bobot 0,01-0,02 g larva⁻¹. Induk yang matang gonad dipijahkan secara semi alami, yaitu dengan menyuntikkan ovaprim ke induk betina sebanyak 0,3 ml kg⁻¹ dan induk jantan sebanyak 0,1 ml kg⁻¹ di bawah pangkal sirip punggung kemudian dipasangkan antara jantan betina dengan perbandingan 1:2. Pemijahan berlangsung dua hari kemudian, selanjutnya induk jantan dan betina dipindahkan dari wadah penetasan.

Larva hasil penetasan setelah berumur tujuh hari direndam dalam perlakuan susu sapi, susu kedele, dan campuran susu sapi dan kedele selama 10 jam dengan dosis 2 ml L⁻¹ air dalam stoples ukuran 10 liter dengan kepadatan 50 ekor.

Setelah proses perendaman, larva dipelihara dalam akuarium ukuran 30x30x30 cm³ selama 60 hari dengan ketinggian air 20 cm. Selama pemeliharaan ikan diberi pakan alami *Artemia salina*, kemudian cacing *Tubifex*, dan selanjutnya pelet dengan frekuensi tiga kali sehari (pagi, siang, dan sore). Penyiponan dan penggantian air sebesar 10% dari volume air akuarium dilakukan setiap 10 hari sekali.

Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap, dengan tiga perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan P1: perendaman dengan larutan susu sapi, perlakuan P2: perendaman dengan larutan susu kedelai, dan perlakuan P3: perendaman dengan campuran larutan susu sapi dan susu kedelai.

Ikan diamati setiap hari untuk dilihat kematiannya dan dicatat. Pada akhir penelitian dihitung nilai sintasannya yaitu jumlah ikan yang masih hidup setelah waktu tertentu dengan menggunakan rumus (Effendi 2004).

$$S = \frac{N_t}{N_0} \times 100$$

Keterangan: S= sintasan (%), N_t = jumlah ikan yang masih hidup pada waktu t. N_0 = jumlah awal ikan uji.

Sampling dilakukan setiap 10 hari sekali untuk melihat pertumbuhan sebanyak 30% atau 15 ekor pada setiap akuarium. Ikan uji ditimbang bobotnya menggunakan timbangan digital (ketelitian 0,1 g), dan diukur panjangnya menggunakan penggaris aluminium (ketelitian 0,1 cm). Menurut Effendi (2004), pertumbuhan dihitung dengan rumus:

$$W_m = W_t - W_0$$

$$L_m = L_t - L_0$$

Keterangan: W_m = pertumbuhan berat, W_t = berat akhir ikan (g), W_0 = berat awal ikan (g), L_m = pertumbuhan panjang, L_t = panjang akhir ikan (cm), L_0 = panjang awal ikan (cm)

Kualitas air media diukur sebagai data penunjang yang meliputi pH, suhu, oksigen terlarut, dan ammonia. Suhu air diukur dengan termome-

ter setiap hari, sedangkan oksigen terlarut diukur menggunakan DO meter, pH menggunakan pH meter, dan NH_3 menggunakan spektrofotometer yang diukur setiap 10 hari sekali.

Jenis kelamin ikan ditentukan pada akhir penelitian saat ikan berumur 60 hari. Pemeriksaan gonad ikan uji dilakukan dengan metode asetokarmin (Zairin 2002). Larutan asetokarmin dibuat dengan cara melarutkan 0,6 g bubuk karmin dalam 100 ml asam asetat 45%. Larutan dididihkan dalam beaker ukuran 300 ml selama 2-4 menit kemudian didinginkan. Setelah dingin larutan disaring dengan kertas saring *whatman size 40* mesh. Selanjutnya larutan dimasukkan kedalam botol tertutup dan disimpan pada suhu ruang 28°C. Larutan asetokarmin ini berfungsi memperjelas/mempermudah pengamatan dengan menggunakan mikroskop.

Langkah selanjutnya adalah pengambilan gonad ikan sebagai sampel sejumlah 10% dari total ikan uji. Gonad dihaluskan dan diletakkan di atas gelas obyek dan diberi larutan asetokarmin sebanyak dua tetes. Gelas obyek ditutup dengan gelas penutup. Gonad dalam bentuk preparat siap diamati dibawah mikroskop binokuler dengan pembesaran 40x dengan skala 0,0025 µm. Gonad jantan berupa testis, sedangkan gonad betina berupa ovarium. Ovarium dicirikan berwarna merah muda, diisi butiran-butiran telur, berbentuk gel transparan seperti jaringan gonad lembut, menempati bagian posterior rongga badan, sedangkan testis berwarna keputih-putihan berisi sel sperma sangat halus, dan menempel pada rongga badan.

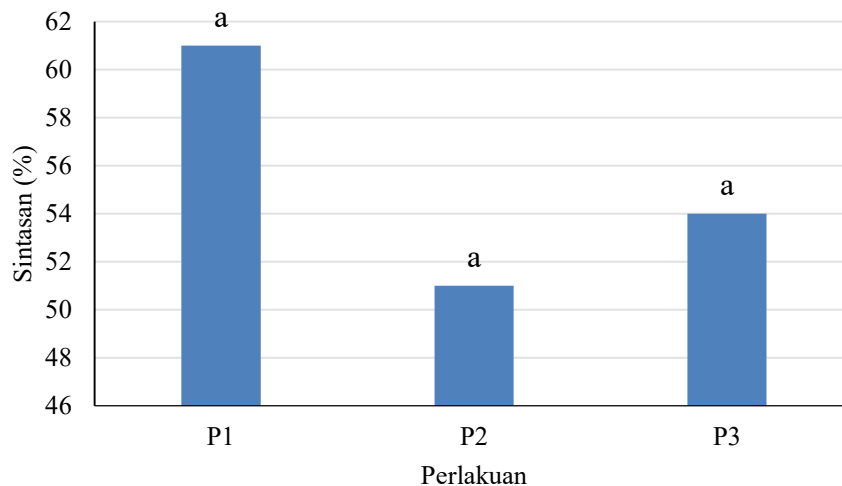
Data hasil pengamatan diproses dengan tabulasi dalam tabel rancangan acak lengkap dan dianalisis menggunakan uji F. Bila hasil analisis didapatkan nilai F hitung < F tabel (5% dan 1%), maka tidak dilakukan uji lanjutan, sedangkan bila F hitung > F tabel, maka dilakukan uji lanjutan

berdasarkan koefisien keragaman. Nilai rata-rata sintasan, persentase nisbah kelamin yang dihasilkan ditampilkan dalam kurva atau histogram.

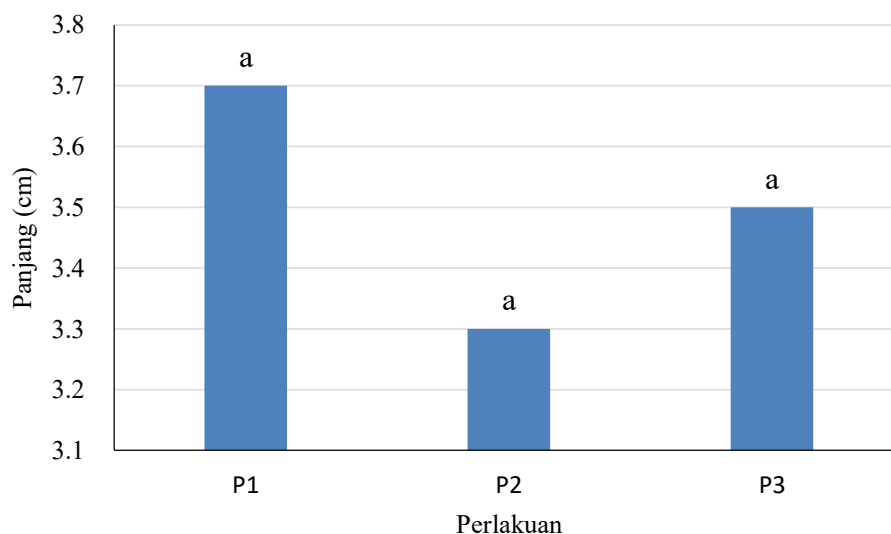
Hasil

Sintasan larva ikan betok selama penelitian disajikan pada Gambar 1. Sintasan larva ikan betok pada semua perlakuan yang dicobakan memberikan hasil yang berpengaruh tidak nyata, hal ini terlihat dari nilai F hitung (0,64) lebih kecil daripada nilai F tabel (5,14).

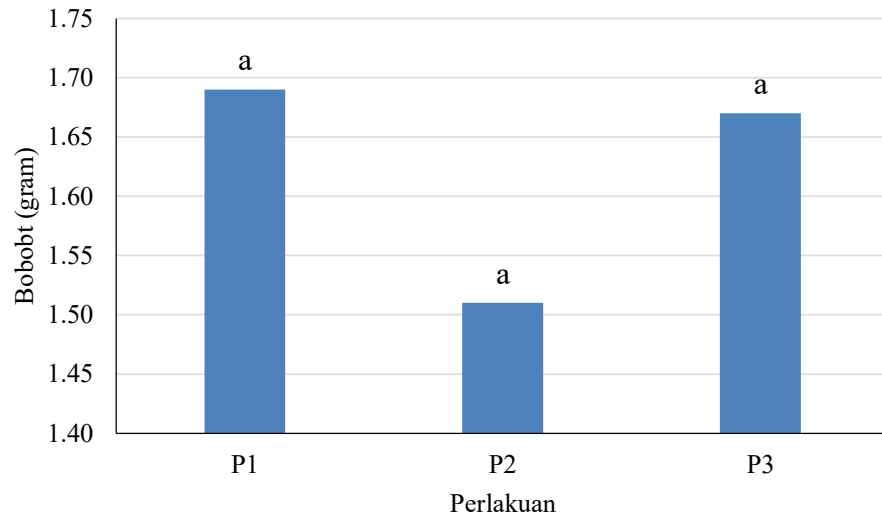
Hasil pengamatan pertumbuhan panjang dan bobot larva ikan betok selama penelitian disajikan pada Gambar 2 dan 3. Hasil analisis keragaman pada pengamatan pertumbuhan panjang larva ikan betok dari semua perlakuan perendaman susu memberikan hasil yang berpengaruh tidak nyata. Hal ini terlihat dari nilai F hitung (1,46) lebih kecil daripada nilai F tabel (5,14). Pengamatan bobot ikan pada semua perlakuan perendaman susu memberikan hasil yang berpengaruh tidak nyata dengan nilai F hitung (0,44) lebih kecil dari pada nilai F tabel (5,14).



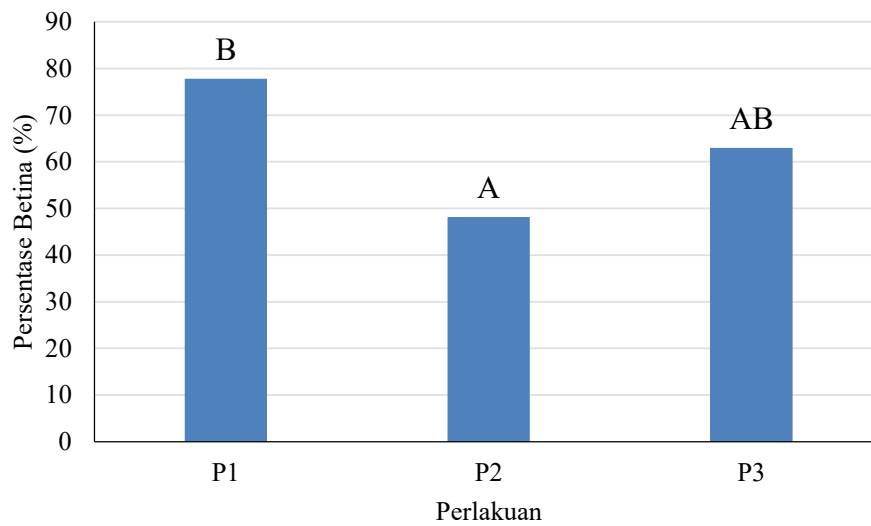
Gambar 1. Grafik rata-rata sintasan larva ikan betok selama penelitian



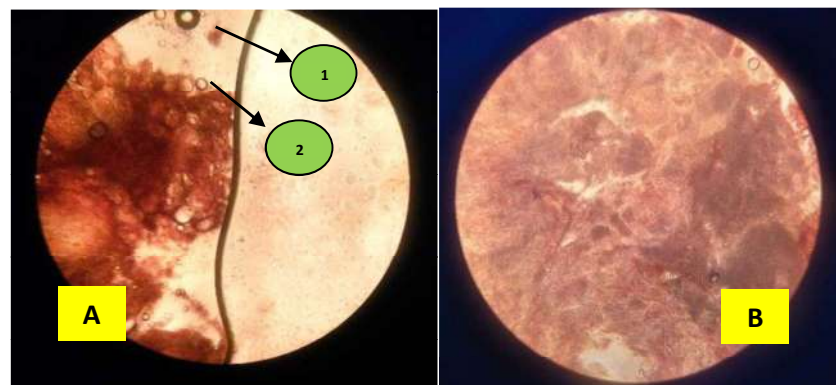
Gambar 2. Grafik rata-rata pertumbuhan panjang larva ikan betok selama penelitian



Gambar 3. Grafik rata-rata pertumbuhan bobot larva ikan betok selama penelitian



Gambar 4. Grafik nisbah kelamin betina larva ikan betok selama penelitian



Gambar 5. Gambar gonad ikan betok (A) betina, (1) oögonia, (2) oösit (B) jantan

Hasil analisis sidik ragam pada nisbah kelamin betina larva ikan betok pada taraf uji 5% terlihat perbedaan yang nyata pada Gambar 4. Perlakuan perendaman dengan larutan susu sapi berbeda nyata terhadap perlakuan perendaman dengan susu kedele dan perlakuan perendaman dengan campuran susu sapi dan susu kedele.

Kualitas air selama penelitian dilakukan bernilai sebagai berikut: suhu berkisar antara 28-32°C, pH sebesar 6,1-7,2, oksigen terlarut berkisar antara 4,45-8,94 mgL⁻¹, dan ammonia 0,0205-0,24 mgL⁻¹.

Hasil pengamatan gonad dengan mikroskop menunjukkan bahwa gonad betina dan jantan memiliki perbedaan (Gambar 5). Gonad ikan betina mempunyai sel telur yang berbentuk bundar yang di dalamnya terdapat inti sel. Gonad betina ikan betok berbentuk gel transparan seperti jaringan yang lembut berisikan butiran butiran telur. pewarnaan menggunakan *asetokarmin* terlihat sel telur berbentuk bulat dan terdapat inti sel bewarna pudar yang dikelilingi sitoplasma berwarna merah. Sebaliknya, pada gonad jantan tidak terlihat butiran telur, melainkan garis-garis halus yang terlihat menyebar dengan sel spermatozoa berupa titik halus menyebar (Hidayat 2016).

Pembahasan

Perendaman larva ikan betok umur 7 hari selama 10 jam dalam larutan susu tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap sintasan larva ikan betok. Hasil ini menunjukkan bahwa ketiga jenis bahan perendaman larva tidak memberikan persentase sintasan larva betok yang berbeda jauh. Sintasan larva ikan betok selama penelitian berkisar antara 51,11-61,11%. Sintasan larva ikan betok dipengaruhi oleh padat tebar, salinitas, dan pakan (Mahmood *et al.* 2004, Morioka *et al.* 2009, Chotipuntu & Ayakul 2010, Jannat *et al.*

2012). Persentase sintasan pada penelitian ini tergolong tinggi untuk pemeliharaan larva. Hal ini terlihat dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa penelitian sebelumnya. Larva yang dipelihara pada skala laboratorium menghasilkan sintasan sebesar 17-54% (Maidie *et al.* 2015), 38-55% (Susila 2016), dan 30-50% (Mahmood *et al.* 2004). Pada masa larva, ikan betok mengalami masa rentan, karena pada masa ini ikan betok memiliki sifat kanibal pada umur enam hari setelah menetas (Maidie *et al.* 2015) dan sejalan dengan pendapat Morioka *et al.* (2009) bahwa pada usia sepuluh hari pascatetas larva memiliki sifat kanibal dan pada usia lima hari setelah menetas larva sudah mulai ditumbuhi gigi, sehingga perlu adanya perkiraan padat tebar yang tepat selama masa pemeliharaan agar angka sintasan dapat menjadi baik. Selama pelaksanaan penelitian tidak ditemukan adanya jasad atau sisa tubuh ikan, namun terdapat beberapa ikan yang memiliki ukuran tubuh yang lebih lebih besar sehingga diperkirakan persentase sintasan yang rendah akibat adanya kanibalisme larva.

Padat tebar pada penelitian ini 50 ekor per akuarium dengan sintasan mencapai 61%. Menurut Susila (2016), sintasan larva ikan betok dapat mencapai 55% dengan padat tebar larva sebanyak 10 ekor L⁻¹ dan mencapai 38% dengan padat tebar 30 ekor L⁻¹, karena padat tebar pada larva dapat menyebabkan terjadinya stress sehingga respon terhadap pakan menurun dan juga rentan terhadap patogen.

Selain padat tebar, sintasan juga dipengaruhi oleh pakan. Hal ini dikarenakan sintasan dipengaruhi oleh selain ketersediaan pakan, juga penyesuaian jenis pakan. Pada penelitian ini pakan awal yang diberikan pada larva berupa *Artemia salina*, selanjutnya pada usia dua puluh hari diberikan pakan berupa cacing sutera. Kesesuaian pakan cacing sutera pada larva ikan sejalan

dengan penelitian Mahmood *et al.* (2004) bahwa larva ikan betok yang diberikan cacing sutera memiliki persentase sintasan yang lebih baik yaitu sebesar 61% dibandingkan dengan *Artemia salina* (50%) dan rotifer (30%).

Perlakuan perendaman berbagai jenis larutan susu berpengaruh tidak nyata terhadap pertumbuhan panjang dan bobot larva ikan betok. Salah satu faktor yang memengaruhi pertumbuhan adalah faktor eksternal, yaitu kondisi lingkungan dan pakan. Dalam penelitian ini, ikan betok diberi pakan alami berupa cacing sutera selama dua puluh hari dan dilanjutkan dengan pemberian pakan ikan berupa pellet. Pertumbuhan ikan dapat berkembang dengan baik bila diberi pakan cacing sutera, karena tingginya kandungan nutrisi pada cacing sutera yang terdiri atas 57% protein, 13,30% lemak dan 2,04% karbohidrat (Anggraini & Nurlita 2013). Pakan pellet yang diberikan selama penelitian merupakan pakan buatan yang memiliki nilai protein sebesar 32% sebagai sumber energi yang dibutuhkan. Hasil ini sependapat dengan Asyari (2007) bahwa makanan yang didapat oleh ikan digunakan untuk pergerakan, pemulihan organ tubuh yang rusak, dan selebihnya dimanfaatkan untuk pertumbuhan. Faktor eksternal lainnya adalah lingkungan, khususnya suhu. Pada penelitian ini suhu air yang diberlakukan skala laboratorium adalah 30°C. Faktor suhu menurut Liana (2007), di derajat tersebut dapat meningkatkan aktivitas metabolisme tubuh ikan sehingga dapat meningkatkan nafsu makan ikan yang menghasilkan pertumbuhan yang baik.

Dari hasil sidik ragam nisbah kelamin betina larva ikan betok dengan perlakuan perendaman menggunakan bahan alami yaitu larutan susu sapi yang direndam selama 10 jam berpengaruh sangat nyata terhadap pembetinaan larva ikan betok karena kandungan *estrogen* pada susu

sapi. Menurut Wedekind (2010), ikan yang terpapar estrogen dapat memengaruhi dan mengarahkan perubahan gonad ikan menjadi betina yang sebelumnya berjenis kelamin jantan, bahkan dapat menyebabkan kemandulan. Oleh karena itu diperlukan kisaran dosis yang tepat pada aplikasinya. Estrogen juga dapat membantu dalam percepatan bentuk vitelogenesis pada gonad ikan betina (Pinto *et al.* 2014). Estrogen pada larutan susu sapi memiliki nilai sebesar 0,093 mg mL⁻¹, sedangkan pada estrogen sintesis 17β-estradiol sebesar 0,065 mg mL⁻¹ (Grgurevic *et al.* 2016). Selain dosis diketahui masa efektif perendaman bahan estrogen. Umumnya perendaman dengan dosis yang tinggi membutuhkan waktu perendaman yang singkat dan sebaliknya.

Pemberian estrogen pada tahap awal ini berkaitan dengan stadia awal perkembangan larva ketika gonad berada dalam periode yang labil untuk dipengaruhi hormon dari luar. Akhir periode yang labil ini belum diketahui secara pasti sehingga diduga periode ini masih terjadi pada stadia larva. Terdapat beberapa jenis estrogen, yaitu a) *natural animal estrogen*, b) *natural plant estrogenic*, dan c) *syntetic estrogenic* (Pinto *et al.* 2014). *Natural animal estrogen* memiliki ikatan estrogen yang baik sehingga estrogen dapat berperan dalam pembentukan fisiologis reproduksi ikan dan mampu meningkatkan fungsi imun.

Pada stadia awal perkembangan gonad larva ikan, jenis kelamin belum terbentuk secara sempurna. Pada periode ini, gonad dapat diarahkan jenis kelaminnya menjadi jantan atau betina dengan bantuan hormon dari luar. Pemberian estrogen dapat membantu dalam pembentukan jenis kelamin betina.

Menurut Ariyanto *et al.* (2010), terdapat dua faktor yang berpengaruh terhadap diferensiasi atau pembentukan nisbah kelamin, yaitu faktor genetik secara internal dan faktor lingkungan se-

cara eksternal. Umur organisme, waktu perendaman, dosis, dan temperatur adalah faktor-faktor yang dapat memengaruhi deferensiasi kelamin ikan (Ariyanto *et al.* 2010, Budd *et al.* 2015, Shao *et al.* 2017). Suhu sebagai faktor eksternal dapat berperan dalam proses diferensiasi kelamin. Pada penelitian Ariyanto *et al.* (2010), larva ikan nila dengan pemberian suhu 24°C memberikan jumlah ikan jantan yang lebih sedikit dibandingkan dengan pemberian suhu 25°C memiliki keberhasilan untuk pembentukan kelamin betina yang lebih baik. Rangkaian penelitian yang dilakukan oleh Budd *et al.* (2015) memberikan hasil yang berbeda, yakni ikan kakap (*Lates calcarifer*) diberi perlakuan dengan suhu 20°C memberikan persentase kelamin jantan sebesar 73% dan pada suhu 15°C menghasilkan persentase kelamin betina sebesar 77%, sedangkan pada ikan lidah (*Cynoglossus semilaevis*) yang diberikan perlakuan dengan suhu 20°C menghasilkan 73% ikan berkelamin betina. Bila dibandingkan dengan penelitian ini, pemberian suhu antara 28-32°C menghasilkan nisbah kelamin betina sebesar 77,78%. Perbedaan ini disebabkan adanya kemampuan thermosensitivitas yang berbeda-beda pada ikan karena faktor genetik dalam pembentukan organ tubuh, khususnya pada pembentukan gonad (Budd *et al.* 2015).

Pada saat ikan betok memasuki usia 30 hari pascatetas, pengamatan jenis kelamin telah dapat dilakukan (Kwon *et al.* 2000). Proses awal pembentukan jenis kelamin terjadi pada saat larva berumur 6-14 hari (Yuniarti *et al.* 2007). Selama proses pembentukan kelamin, ikan akan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu umur dan ukuran, lama perlakuan, dan lingkungan (Phelps *et al.* 2001), spesies ikan, genetik, tipe hormon, dosis hormon, dan waktu perlakuan (Dunham 2004). Agar proses pembentukan kelamin ikan betok dapat utuh, maka diperlukan penelitian

lanjutan pada masa yang akan datang mengenai kualitas estrogen alami, interaksi estrogen alami terhadap sebagai pembentukan imun, faktor internal seperti ukuran ikan, dan faktor eksternal seperti temperatur.

Kesimpulan

Nisbah kelamin betina tertinggi terdapat pada perlakuan perendaman dengan larutan susu sapi sebesar 77,78% sedangkan yang terendah pada perlakuan perendaman dengan larutan susu kedelai 48,15%.

Persantunan

Penulis menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian ini, Ketua Koordinasi Perguruan Tinggi Swasta Wilayah 2 Sumatera bagian Selatan. Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang yang telah memberikan izin pelaksanaan penelitian ini, Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Muhammadiyah Palembang yang telah memfasilitasi penelitian ini, Ibu Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Palembang yang telah memberikan semangat dan dukungan sehingga selesainya penelitian, dan semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyelesaian penelitian.

Daftar pustaka

- Anggraeni NM, Nurlita A. 2013. Pengaruh pemberian pakan alami dan pakan buatan terhadap pertumbuhan ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata*) pada skala laboratorium. *Jurnal Seni Pomits*, 2(1): 2337-3520.
- Ariyanto D, Sumantadinata K, Sudrajat AO 2010. Diferensiasi kelamin tiga genotip ikan nila yang diberi bahan aromatase inhibitor. *Jurnal Riset Akuakultur*, 5(2): 165-174.

- Asyari. 2007. Pentingnya labirin bagi ikan rawa. *Bawal: Widya Riset Perikanan Tangkap*, 1(5): 161-167.
- Budd AM, Banh QQ, DOmingos JA, Jerry DR. 2015. Sex control in fish: approaches, challenges and opportunities for aquaculture. *Journal of Marine Science Engineering*, 3(2): 329-355.
- Chotipuntu P, Avakul P. 2010. Aquaculture potential of climbing perch, *Anabas testudineus* in brackish water. *Journal of Science and Technology*, 7(1): 15-21.
- Dunham RA. 2004. *Aquaculture and Fisheries Biotechnology: Genetic Approaches*. CABI Publ. Cambridge, USA. 357 p.
- Effendi I. 2004. *Pengantar Akuakultur*. Penerbit Swadaya. Jakarta. 188 hlm.
- Etika D, Muslim, Yulisman. 2013. Perkembangan diameter telur ikan betok (*Anabas testudineus*) yang diberi pakan diperkaya vitamin E dengan dosis berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 18(2): 26-36.
- Grgurevic N, Koracin J, Maidic G, Snoi T. 2016. Effect of diary estrogens from bovine milk on blood hormone levels and reproductive organs in mice. *Journal of Diary Science*, 99(8): 1-9.
- Hemizuryani, Muslimin B, Yusnita (Editor). 2015. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi VI*. Lampung, 3 November 2015. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung. pp. 607-622.
- Hidayat, Carman O, Alumuddin. 2016. Perbedaan pertumbuhan ikan papuyu *Anabas testudineus* jantan dan betina. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 15(1): 8-14.
- Jannat MK, Rahman MM, Bashir Md.N, Ahmed F, Hossain Md.Y. 2012. Effects of stocking density on survival, growth and production of Thai climbing perch (*Anabas testudineus*) under fed ponds. *Journal of Sains Malaysiana*, 41(10): 1205-1210.
- Liana YP. 2007. Efektivitas aromatase inhibitor yang diberikan melalui pakan buatan terhadap sex reversal ikan nila merah *Oreochromis sp.* *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 2(1):1-7.
- Kwon YJ, Haghpahan V, Kongson-Hurtado ML, Mc Andrew JB, Penman JD. 2000. Masculinization of genetic female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by dietary administration of an aromatase inhibitor during sexual differentiation. *The Journal of Experimental Zoology*, 287(1): 46-53.
- Maidie A, Sumoharjo, Asra SW, Ramadhan M, Hidayanto DN. 2015. Pengembangan pembenihan ikan betok (*Anabas testudineus*) untuk skala rumah tangga. *Media Akuakultur*, 10(1): 31-37.
- Mahmood SU, Ali MS, Anwar UM. 2004. Effect of different feed in larval/fry rearing of climbing perch, *Anabas testudineus* (Bloch) in Bangladesh: II. Growth and survival. *Pakistan Journal of Zoology*, 36(1): 13-19.
- Mardiana TY. 2009. Teknologi pengarah kelinan ikan menggunakan madu. *Pena Akutika Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 1(1): 37-43.
- Morioka S, Ito S, Kitamura S, Vongvichith B. 2009. Growth and morphological development of laboratory-reared larval and juvenile climbing perch, *Anabas testudineus*. *Ichthyological Research*, 56(2): 162-171.
- Pinto PIS, Estevao MD, Power DM. Effects of estrogen and estrogenic –disrupting compounds in fish mineralized. *Marine Drugs*, 12(8): 4474-4494.
- Phelps RP, Sanchez WC, Couturier GM; Abiade M, Dabrowski K. 2001. *Studies on fate of methyltestosterone and its metabolism in tilapia and on the use of phytochemicals as an alternative method to produce a monosex population of tilapia*. Twenty-First Annual Technical Report. Aquaculture CRSP, Oregon State University, Corvallis, Oregon, pp. 53-60.
- Ross LG, Carlos AMP, Ernesto JM. 2008. Developing native fish species for aquaculture : the interacting demands of biodiversity, sustainable aquaculture and livelihoods. *Aquaculture Research*, 39(7): 675-683.
- Rutten MJM. 2005. Breeding for improved production of tilapia. Thesis. Wageningen. University of Wageningen. Netherland. 122 p.
- Sawitri R, Iskandar S. 2006. Pengaruh pengelolaan hutan produksi terhadap keragaman Jenis plasma nutfah perairan. *Jurnal Plasma Nutfah*, 12 (2): 76-82.
- Shao C, Li A, Chen S, Zhang P, Lian J, Hu Q, Sun B, Jin L, Liu S, Wang Z. 2017. Epigenetic modification and inheritance in sexu-

- al reversal of fish. *Journal of Genom Research*, 24(4): 604-615.
- Susila N. 2016. Pengaruh padat penebaran terhadap kelangsungan hidup larva ikan betok (*Anabas testudineus*) yang dipelihara dalam baskom. *Jurnal Ilmu Hewan Tropika*, 5(2): 72-75.
- Wargasasmita, S. 2002. Ikan air tawar endemik Sumatera yang terancam punah. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 2(2): 41-49.
- Wedekind C. 2010. Fish populations surviving estrogen pollution. *Bio Medical Central Biology*, 12(10): 1-3.
- Yuniarti T, Hanif S, Prayoga T, Suroso. 2007. Teknik produksi induk betina ikan nila. *Jurnal Budidaya Air Tawar*, 4 (1): 32-36.
- Zairin Jr. M. 2002. *Sex Reversal: Memproduksi Benih Ikan Jantan atau Betina*. Penebar Swadaya. Jakarta. 96 hlm.

Estimasi jarak genetik, daya gabung gen dan heterosis bobot tubuh persilangan empat populasi ikan gurami, *Osphronemus goramy*, Lacepede 1801

[Estimates of genetic distance, combining ability and heterosis for body weight of cross four populations of giant gourami, *Osphronemus goramy* Lacepede 1801]

Sularto✉, Rita Febrianti, Suharyanto

Balai Penelitian Pemuliaan Ikan
Jl. Raya 2 Sukamandi Pantura, Subang 41263

Diterima: 31 Desember 2016; Disetujui: 28 Maret 2017

Abstrak

Hibridisasi merupakan salah satu cara untuk mendapatkan ikan gurami unggul. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi jarak genetik empat populasi ikan gurami, yakni : Kalimantan, Jambi, Majalengka, dan Tasikmalaya, serta menghitung daya gabung gen serta heterosis persilangannya pada umur 11 bulan. Penelitian dilakukan di Balai Penelitian Pemuliaan Ikan Sukamandi. Perhitungan jarak genetik dilakukan berdasarkan karakterisasi truss morfometrik dengan jumlah sampel masing-masing hasil persilangan sebanyak 30 ekor dengan kisaran panjang baku 3,5 – 12,2 cm. Data dianalisis dengan analisis diskriminan dan dilanjutkan dengan “cluster procedure” untuk mendapatkan dendrogram menggunakan program SAS 6.03. Heterosis dihitung berdasarkan performa hibrida dibandingkan performa rata-rata induk tetuanya masing-masing pasangan induk terdiri atas 1 jantan dan 2 betina. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keempat populasi ikan gurami mempunyai jarak genetik yang berbeda. Populasi gurami asal Kalimantan mempunyai jarak genetik terjauh dibandingkan dengan ketiga populasi lainnya, sedangkan ikan gurami asal Jambi dan asal Majalengka memiliki jarak genetik yang dekat. Populasi Jambi menunjukkan daya gabung umum tertinggi dengan nilai positif 21,82 g. Nilai daya gabung spesifik tertinggi didapatkan dari persilangan antara betina Majalengka dengan jantan Jambi dengan nilai positif 75,30 g. Persilangan tersebut juga memiliki nilai heterosis tertinggi yaitu sebesar 41,78%, selanjutnya diikuti persilangan betina Tasikmalaya dengan jantan Jambi sebesar 30,1% dan persilangan betina Kalimantan dengan jantan Jambi sebesar 22,35%. Ketiga persilangan tersebut prospektif untuk dijadikan ikan gurami hibrida unggulan.

Kata penting: daya gabung gen, heterosis, ikan gurami, jarak genetik

Abstract

The superior giant gourami can be obtained through hybridization. The purpose of this study was to estimate the genetic distance, combined ability, and crossbreeding heterosis at the age of eleven months from the four gourami populations: Kalimantan, Jambi, Majalengka, and Tasikmalaya. The study was conducted at the Research Institute for Fish Breeding Sukamandi. Genetic distance calculations were done by truss morphometric characterization with a sample of each of crossbred many as 30 individuals with the standard length range 3.5 - 12.2 cm. The data was analyzed using discriminant analysis and continued with "cluster procedure" to get a dendrogram using SAS program 6:03. Heterosis was calculated based on the performance of the hybrid compared to the average performance parent each pair consisting of one male and two females. The results of this study showed that the four populations of giant gourami have different genetic distances. Giant gourami population from Borneo have the farthest genetic distance compared with the three other populations, whereas giant gourami from Jambi and from Majalengka has a close genetic distance. Jambi population shows the highest general combining ability with a positive value 21.82 g. The highest value of specific combining ability is obtained from a cross between the Majalengka female with the Jambi male with a positive value 75.30 g. The crosses also has the highest heterosis value that was equal to 41.78%, follows by a cross between the Tasikmalaya female with the Jambi males (30.1%) and a cross between the Borneo females with the Jambi males (22.35%). The three crosses prospectively to produce superior hybrid of giant gourami.

Keywords: gene combining ability, heterosis, giant gourami, genetic distance

Pendahuluan

Salah satu cara untuk mendapatkan benih unggul dengan karakter tertentu selain melalui program seleksi dan rekayasa genetik, adalah

melalui program hibridisasi. Capaian hasil melalui program hibridisasi membutuhkan waktu yang lebih singkat dibandingkan melalui program seleksi, asalkan telah didapatkan persilangan atau hibrida yang memiliki nilai heterosis

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: sularto61@yahoo.com

yang tinggi sesuai dengan target peningkatan nilai genetik (*genetic gain*) yang diinginkan. Program hibridisasi cocok diterapkan terutama pada ikan yang memiliki waktu awal matang gonad relatif lama seperti ikan gurami yaitu dua tahun (Febrianti *et al.* 2016). Gjerdem (2005) mendefinisikan bahwa hibridisasi adalah persilangan antarspesies, keturunan, populasi, strain atau galur murni yang berbeda untuk mendapatkan keturunan yang lebih baik (*hybrid vigor*). Hibridisasi dapat diikutkan dalam program seleksi sebagai tahap persilangan akhir untuk menimbulkan peningkatan ekspresi pertumbuhan ikan.

Apabila nilai koefisien variasi kecil atau varian genetik aditif yang dapat dieksploitasi kecil, maka tidak memungkinkan untuk memperbaiki suatu fenotipe kuantitatif melalui program seleksi. Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk memperbaiki performa tersebut adalah melalui program hibridisasi (*crossbreeding*). Menurut Gjerdem (2005), hibridisasi dapat meningkatkan heterozigositas dan menurunkan proporsi homozigositas gen serta jika bahan dasarnya memiliki kekerabatan yang jauh, maka akan menghasilkan keturunan yang memiliki performa yang lebih baik dibanding tetuanya. Hibridisasi memperbaiki produktivitas dengan cara mengeksploitasi varian genetik dominan. Prinsip dasar hibridisasi adalah memunculkan kembali kombinasi baru pasangan alel-alel yang berinteraksi. Bilamana dalam pasangan alel-alel yang berinteraksi terdapat alel dominan yang bersifat superior, maka akan memperbaiki performa keturunannya.

Hibridisasi akan berhasil apabila diawali dengan informasi yang jelas tentang induk pembentuknya. Informasi penting yang harus diketahui antara lain: jarak genetik, daya gabung gen, dan nilai heterosis. Jarak genetik perlu diketahui untuk memprediksi kemungkinan apa yang diperoleh dari kegiatan hibridisasi tersebut. Apabila ke-

dua induk memiliki jarak genetik yang jauh, maka dimungkinkan akan memunculkan *hybrid vigor* pada hibridanya (Rahman *et al.* 1995, Ding *et al.* 2007). Bila jarak genetiknya dekat, maka yang diharapkan adalah kecocokan gen atau daya gabung dari kedua induk pembentuknya sehingga menghasilkan ikan hibrida yang memiliki nilai heterosis positif (Falconer 1981). Dalam suatu pengembangan program seleksi yang efektif adalah penting untuk memiliki informasi dasar genetik untuk ciri-ciri penting seperti pertumbuhan dan resistensi terhadap penyakit (Wang *et al.* 2006)

Hibridisasi telah digunakan pada banyak spesies untuk meningkatkan laju pertumbuhan, memanipulasi nisbah jenis kelamin, menghasilkan hewan steril, meningkatkan kualitas daging, meningkatkan ketahanan terhadap penyakit, meningkatkan lingkungan toleransi, dan meningkatkan berbagai sifat yang diinginkan lainnya untuk membuat budi daya lebih menguntungkan (Bartley *et al.* 2001). Bukti performa yang unggul dan *hybrid vigor* telah dilaporkan dalam berbagai macam jenis ikan (Wohlfarth 1993, Bartley *et al.* 2001).

Superioritas hibrida dapat diukur sebagai nilai heterosis atau *hybrid vigour* yang dapat mengevaluasi persentase peningkatan performa relatif hibrid tersebut (Gjerdem 2005). Efek heterosis ditampakkan pada persilangan antara ikan *Ictalurus punctatus* (bobot rata-rata 460 g) dan *Ictalurus furcatus* (bobot rata-rata 440 g) yang memberikan nilai heterosis sebesar 18% pada bobot rata-rata hibrid (Tave 1995). Contoh lain adalah persilangan antara *Oreochromis aureus* x *Oreochromis spirulus* dan *Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus* menghasilkan nilai heterosis 22% dan 25% (Tayamen *et al.* 2002). Persilangan antara ikan gurami Strain Bastar dan

Bluesaphire menghasilkan nilai heterosis 2,37% pada sintasan larva (Radona & Nafiqoh 2014).

Ikan gurami yang dibudidayakan oleh masyarakat tidak banyak diketahui karakter genetiknya. Sampai saat ini baru ada satu strain ikan gurami hasil pemuliaan yaitu ikan gurami TO (“*tutug oncom*”) yang dihasilkan oleh Balai Pengembangan Budidaya Ikan Gurami dan Nilem (BPBIGN) Singaparna, namun belum banyak tersebar di kalangan masyarakat pembudidaya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi jarak genetik, daya gabung, dan nilai heterosis persilangan empat populasi ikan gurami (Kalimantan, Jambi, Majalengka, dan Tasikmalaya).

Bahan dan metode

Penelitian dilaksanakan di Balai Penelitian Pemuliaan Ikan (BPPI) Sukamandi pada bulan Juni 2014 – bulan Mei 2015. Ikan uji adalah anak ikan gurami berumur 11 bulan hasil persilangan empat populasi ikan gurami yang berasal dari Kalimantan Selatan (K), Jambi (strain Batang hari) (J), Majalengka (M), dan Tasikmalaya (T) secara resiprokal, sehingga dipasangkan 16 persilangan.

Pemijahan induk ikan gurami dilakukan menggunakan dua buah kolam tanah berukuran 400 m² yang disekat dengan waring menjadi 12 bagian yang sama, sehingga setiap sekat berukuran sekitar 33 m². Tiap-tiap pasangan induk dengan nisbah jantan betina 1:2 ditempatkan pada masing-masing sekat secara terpisah yang penempatannya dilakukan secara acak.

Telur yang dihasilkan dipisahkan antara telur yang terbuahi (*fertilized egg*) dengan tidak terbuahi (*unfertilized egg*). Telur yang terbuahi dicirikan dengan kondisi transparan, sedangkan telur yang tidak terbuahi bewarna kuning. Telur yang terbuahi dipelihara dengan cara diinkubasikan di dalam baskom berukuran volume air 30 L dengan

kepadatan 100 butir L⁻¹ selama 7 hari sampai menetas menjadi larva.

Pendederan larva (pendederan pertama) dilakukan di dalam akuarium dengan kepadatan 75 ekor L⁻¹. Pakan yang diberikan berupa cacing sutera (*Tubifex* sp.) secara *ad libitum* selama dua minggu.

Pendederan kedua dilakukan di kolam tembok berukuran 25 m² dengan kedalaman air 40 cm dan padat tebar 100 ekor m⁻² selama 2,5 bulan. Pakan yang diberikan berupa pellet dengan kandungan protein 38-40% sebanyak 20% bobot badan hr⁻¹. Setelah satu bulan pemeliharaan, jumlah pemberian pakan diturunkan menjadi 10% bobot biomassa per hari dan setelah dua bulan pemeliharaan mulai diberi pakan daun sente (*Alocasia macrorrhiza* Schott.) sebanyak 2%. Setelah didekan di kolam tembok selama 2,5 bulan, anak ikan gurami mencapai ukuran 5-10 g. Pada ukuran tersebut sudah siap dibesarkan di kolam tanah.

Dalam penelitian ini yang berhasil dipelihara dengan jumlah yang cukup hanya ada 12 famili. Pembesaran di kolam tanah dengan kedalaman air 80-100 cm menggunakan kolam 400 m² yang disekat menjadi 12 bagian yang sama atau sekitar 33 m², ditebar anak ikan berukuran 5-10 g dengan kepadatan 30 ekor m⁻². Pakan yang diberikan berupa pellet dengan kadar protein 28-30% sebanyak 5% bobot biomassa hr⁻¹ dan 2% daun sente (*Alocasia macrorrhiza* Schott.). Setelah enam bulan pemeliharaan di kolam tanah, pemberian pakan diturunkan menjadi 3% bobot biomassa hr⁻¹, sedangkan pemberian daun sente tetap 2%.

Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini berumur 11 bulan. Pada pengukuran heterosis digunakan 12 famili, yaitu empat famili induk tetua dan delapan persilangannya yaitu: ♀ Majalengka x ♂ Jambi (MJ), ♀ Kalimantan x ♂ Jambi (KJ), ♀ Kalimantan X ♂ Majalengka (KM), ♀

Tasikmalaya X ♂ Jambi (TJ), ♀ Kalimantan X ♂ Tasikmalaya (KT), ♀ Jambi X ♂ Kalimantan (JM), ♀ Jambi X ♂ Majalengka (JM), dan ♀ Majalengka X ♂ Kalimantan (MK). Jumlah individu masing-masing famili sebanyak 193-300 ekor.

Ikan uji yang digunakan dalam uji morfometrik berukuran panjang baku berkisar antara 3,5-12,2 cm, masing-masing sebanyak 30 ekor berasal dari famili populasi asal Kalimantan, Jambi, Majalengka, dan Tasikmalaya. Karakter morfometrik yang diukur meliputi: ujung mulut – dahi (A1), dahi – pangkal sirip punggung (A2), pangkal sirip punggung – pangkal sirip perut (A3), ujung mulut – pangkal sirip perut (A4), dahi – pangkal sirip perut (A5), ujung mulut – pangkal sirip punggung (A6), pangkal sirip punggung – ujung sirip punggung (B1), ujung sirip punggung – ujung sirip anal (B2), pangkal sirip perut – ujung sirip anal (B3), pangkal sirip punggung – ujung sirip anal (B4), pangkal sirip perut – ujung sirip punggung (B5), ujung sirip punggung – pangkal atas sirip ekor (C1), pangkal atas sirip ekor – pangkal bawah sirip ekor (C2), ujung sirip anal – pangkal bawah sirip ekor (C3), ujung sirip punggung – pangkal bawah sirip ekor (C4), ujung sirip anal – pangkal atas sirip ekor (C5); dan panjang baku (PB) yang digunakan sebagai pembagi nisbah ukuran (Kusmini *et al.* 2000, Setijaningsih *et al.* 2007).

Analisis data

Data morfometrik dianalisis menggunakan prosedur diskriminan (*Discriminant Procedure*) dengan bantuan program statistik SAS versi 6.03 (SAS 1988). Dari hasil perhitungan tersebut dihasilkan jarak genetik kuadrat (*squared genetic distance*) kemudian dilanjutkan dengan analisis kluster (*cluster procedure*) dengan menggunakan

program SAS versi 6.03 (SAS 1988) untuk mendapatkan dendrogram (Nei 1972)

Nilai heterosis populasi hasil persilangan dihitung dengan menggunakan rumus (Tave 1993):

$$H = \frac{(F1 - \frac{1}{2} (P1 + P2))}{\frac{1}{2} (P1 + P2)} \times 100$$

Keterangan: H= heterosis (%), F1=performa persilangan, (P1 +P2)= performa tetua

Daya gabung gen (*genetic combining ability*) yang dihitung dalam penelitian ini terdiri atas daya gabung umum (*general combining ability*) dan daya gabung spesifik (*specific combining ability*). Daya gabung gen tersebut dihitung menggunakan rumus (Gjedrem 2005):

$$GCA = 1/n (Si. + S.i) - S/n$$

$$SCA(A \times B) = (A \times B) - GCA(A) - GCA(B) - S/8$$

Keterangan: GCA= daya gabung umum, Si.= kumulatif performa persilangan jantan ke-I, Si.= kumulatif performa persilangan betina ke-I, S= total performa semua persilangan, S/n= rata-rata performa semua persilangan, n= jumlah persilangan, SCA= daya gabung spesifik, A dan B= kode persilangan

Hasil

Indeks kesamaan

Analisis diskriminan menghasilkan indeks kesamaan antarpopulasi seperti tertera pada Tabel 1. Populasi Kalimantan tidak memiliki nilai kesamaan dengan populasi Majalengka dan Tasikmalaya, namun memiliki sedikit kesamaan dengan populasi Jambi yaitu sebesar 13,33%. Populasi Jambi memiliki kesamaan dengan populasi Majalengka sebesar 36,67%, dengan populasi Kalimantan 6,67% dan dengan populasi Tasikmalaya 3,33%. Populasi Majalengka memiliki kesamaan dengan populasi Jambi dan populasi Tasikmalaya sebesar 13,33%. Populasi Tasikmalaya berbeda dengan populasi lainnya dan hanya memiliki kesamaan 3,33% dengan populasi Majalengka.

Tabel 1 Persentase indeks kesamaan antarpopulasi ikan gurami (*Osphronemus goramy*)

Dari populasi	Ke populasi				
	Kalimantan	Jambi	Majalengka	Tasikmalaya	Total
Kalimantan	26 86,67	4 13,33	0 0,00	0 0,00	30 100,00
Jambi	2 6,67	16 53,33	11 36,67	1 3,33	30 100,00
Majalengka	0 0,00	4 13,33	22 73,33	4 13,33	30 100,00
Tasikmalaya	0 0,00	0 0,00	1 3,33	29 96,67	30 100,00
Total	28 23,33	24 20,00	34 28,33	34 28,33	120 100,00

Jarak genetik

Berdasarkan jarak genetik empat populasi ikan gurami, seperti terlihat pada Gambar 1, ternyata populasi asal Kalimantan memiliki jarak genetik terjauh dibandingkan populasi lainnya. Populasi yang memiliki jarak genetik terendah adalah populasi Jambi dan populasi Majalengka.

Daya gabung gen

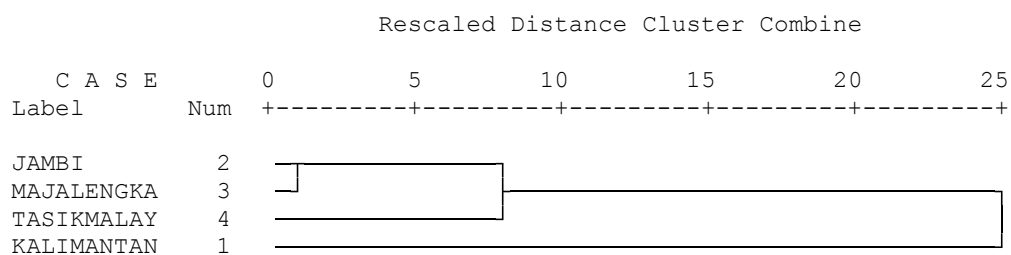
Hasil perhitungan daya gabung gen ditampilkan pada Tabel 2. Nilai daya gabung umum (DGU) tertinggi didapatkan pada hasil perkawinan dengan populasi Jambi, dengan nilai DGU positif 21,82 g diikuti dengan galur murni Tasik, Majalengka, dan terendah Kalimantan dengan nilai negatif 19, 20 g. Nilai daya gabung spesifik

tertinggi didapatkan dari persilangan antara betina Majalengka dengan jantan Jambi dengan nilai positif 75,30 g, sedangkan yang terendah adalah persilangan antara betina Majalengka dengan jantan Kalimantan dengan nilai negatif 52,99 g.

Heterosis

Nilai heterosis masing-masing persilangan dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan hasil perhitungan nilai heterosis tidak semua persilangan memperlihatkan nilai heterosis positif. Dari delapan persilangan ada enam persilangan menunjukkan heterosis positif yaitu nilai tertinggi didapatkan hasil persilangan antara betina Majalengka dengan jantan Jambi sebesar 41,78%

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

Gambar 1 Dendrogram jarak genetik empat populasi ikan gurami (*Osphronemus goramy*)

Tabel 2 Daya gabung umum (*DGU*) dan daya gabung spesifik (*DGS*) empat persilangan populasi gurami

Peringkat	Genotipe	Nilai DGU (g)	Nilai DGS (g)
1	Jambi	21,82	
2	Tasik	11,76	
3	Majalengka	-9,20	
4	Kalimantan	-19,17	
1	♀ Majalengka x ♂ Jambi		75,30
2	♀ Kalimantan x ♂ Jambi		25,99
3	♀ Kalimantan X ♂ Majalengka		9,98
4	♀ Tasikmalaya X ♂ Jambi		-0,69
5	♀ Kalimantan X ♂ Tasikmalaya		-1,96
6	♀ Jambi X ♂ Kalimantan		-18,03
7	♀ Jambi X ♂ Majalengka		-37,59
8	♀ Majalengka X ♂ Kalimantan		-52,99

Tabel 3 Bobot rata-rata, simpangan baku, koefisien keragaman, dan nilai heterosis

Famili	Rataan populasi (g)	Simpangan baku (g)	Koefisien keragaman	Nilai heterosis (g) (%)	
KK	341,66	49,60	0,15		
JJ	280,18	37,43	0,13		
MM	340,06	54,59	0,16		
TT	311,15	42,07	0,14		
MJ	439,68	122,77	0,28	129,56	41,78
TJ	384,65	85,88	0,22	88,98	30,10
KJ	380,40	85,98	0,23	69,48	22,35
KT	342,39	111,55	0,33	15,99	4,90
JK	336,39	85,31	0,25	25,47	8,19
KM	333,38	101,96	0,31	-7,49	-2,20
JM	326,79	76,83	0,24	16,67	5,37
MK	270,41	65,66	0,24	-70,46	-20,67

Keterangan: KK = ♀ Kalimantan x ♂ Kalimantan; JJ = ♀ Jambi x ♂ Jambi; MM = ♀ Majalengka x ♂ Majalengka; TT = ♀ Tasikmalaya x ♂ Tasikmalaya; MJ = ♀ Majalengka x ♂ Majalengka; TJ = ♀ Tasikmalaya x ♂ Jambi; KJ = ♀ Kalimantan x ♂ Jambi; KT = ♀ Kalimantan x ♂ Tasikmalaya; JK = ♀ Jambi x ♂ Kalimantan; KM = ♀ Kalimantan x ♂ Majalengka; JM = ♀ Jambi x ♂ Majalengka; MK = ♀ Majalengka x ♂ Kalimantan

dan dua persilangan yang menunjukkan heterosis negatif yaitu persilangan antara betina Kalimantan dengan Jantan Majalengka (- 2,20 g) dan persilangan antara betina Majalengka dengan jantan Kalimantan sebesar -20,67 g. Populasi Kalimantan dan Majalengka mempunyai variabilitas lebih

tinggi dibandingkan dengan populasi Jambi dan Tasikmalaya.

Secara keseluruhan persilangan dengan jantan Jambi memiliki nilai heterosis yang relatif tinggi yakni di atas 20%. Persilangan antara betina Majalengka dengan jantan Jambi memiliki

nilai heterosis tertinggi yaitu 41,78% pada karakter bobot, meskipun kedua induk memiliki jarak genetik yang dekat (Gambar 1).

Pembahasan

Indeks kesamaan

Berdasarkan nilai kesamaan populasi Tasikmalaya memiliki tingkat kesamaan tertinggi dalam populasinya yaitu sebesar 96,67%. Hal tersebut diduga karena populasi tersebut merupakan populasi yang sedang dilakukan proses pembentukan strain yang dijaga kemurniannya dan telah dilakukan proses seleksi yang ditunjukkan dengan nilai koefisien keragaman yang relatif lebih rendah. Populasi Kalimantan memiliki nilai kesamaan yang relatif tinggi dalam populasinya yaitu sebesar 86,67%, hal tersebut dapat dipahami pula karena populasi Kalimantan merupakan populasi alam (*wild populations*) yang ditunjukkan dengan nilai koefisien keragaman yang relatif lebih tinggi. Populasi tersebut belum banyak dibudidayakan oleh masyarakat, sehingga belum terjadi persilangan dengan populasi lainnya. Seperti dilaporkan oleh Samaradivakara *et al.* (2012), tingkat kesamaan berbanding terbalik dengan variabilitas.

Jarak genetik

Berdasarkan jarak genetik empat populasi ikan gurami yang digunakan sebagai tetua ternyata populasi asal Kalimantan memiliki jarak genetik terjauh dibandingkan populasi lainnya. Jarak genetik merupakan tingkat perbedaan gen di antara populasi atau spesies (Nei 1987). Pada umumnya ikan yang memiliki jarak genetik yang jauh akan menghasilkan nilai heterosis yang tinggi, namun demikian dalam penelitian ini persilangan populasi Kalimantan dengan populasi lainnya tidak memberikan nilai heterosis positif. Hal ini diduga tidak didukung dengan daya ga-

bung gen atau kecocokan gen yang baik secara individu. Dalam kasus ini perlu dicari individu yang memiliki daya gabung gen atau kecocokan gen dengan populasi lainnya dengan cara memijahkan lebih banyak pasangan induk secara terkontrol. Populasi Kalimantan berasal dari populasi alam (*wild populations*), belum banyak dibudidayakan masyarakat, sedangkan populasi Jambi, Majalengka, dan Tasikmalaya merupakan hasil budi daya. Populasi Jambi memiliki jarak genetik yang dekat dengan populasi Majalengka, hal ini diduga memiliki nenek moyang yang sama. Seperti dilaporkan oleh Nugroho & Kusmini (2007), Nugroho (2011), dan Nugroho *et al.* (2013) bahwa ikan gurami ras Soang/ Bastar, Paris, Blusafir, dan Batanghari memiliki kesamaan secara genetik.

Daya gabung gen

Berdasarkan nilai daya gabung umum (*general combining ability*) populasi asal Jambi memiliki daya gabung tertinggi dan bernilai positif dan diikuti populasi Tasik, Majalengka, dan terendah populasi Kalimantan. Menurut Falconer (1981), daya gabung umum mencerminkan efek genetik-aditif, sedangkan nilai daya gabung spesifik mencerminkan dominansi, dominansi x genetik, dan dominansi x interaksi efek dominansi. Wang *et al.* (2006) melaporkan hasil penelitian pada hibrida ikan kakap (*Morone chrysops* ♀ x *Morone saxatilis* ♂) bahwa efek gen aditif sebagian besar berkontribusi terhadap perbedaan genetik dalam pertumbuhan benihnya. Perbaikan genetik sifat pertumbuhan dimungkinkan dengan memanfaatkan gen aditif dan non-aditif untuk memperbaiki *hybrid vigor* (Su *et al.* 2013).

Heterosis

Berdasarkan nilai heterosisnya secara keseluruhan persilangan dengan jantan Jambi memi-

liki nilai heterosis yang relatif tinggi yakni di atas 20%. Persilangan antara betina Majalengka dengan jantan Jambi memiliki nilai heterosis tertinggi yaitu 41,78% pada karakter bobot, padahal kedua induk memiliki jarak genetik yang dekat. Menurut Falconer (1981) bila jarak genetiknya dekat, maka yang diharapkan adalah kecocokan gen atau daya gabung dari kedua induk pembentuknya sehingga menghasilkan ikan hibrida yang memiliki nilai heterosis positif. Data tersebut juga mengindikasikan bahwa jantan Jambi memiliki gen aditif serta memberikan efek dominan pada keturunannya dari ketiga pasangan betina tersebut, sehingga dapat dikatakan bahwa jantan Jambi sebagai penggabung yang baik (*combiner*). Seperti dilaporkan oleh Su *et al.* (2013), bahwa ikan mas Jian (*Cyprinus carpio* L.) adalah penggabung terbaik untuk bobot badan. Persilangan dengan jantan lainnya memiliki nilai heterosis kurang dari 10%, bahkan persilangan KM dan MK memberikan nilai heterosis negatif. Seperti dilaporkan oleh Radona & Nafikoh (2014) persilangan ♀ Bluesafir x ♂ Bastar menghasilkan nilai heterosis negatif (-2,79%) pada karakter sintasan. Menurut Nugroho & Kusmini (2007), rendahnya nilai heterosis bukan berarti keturunan hasil persilangan jelek tetapi lebih menerangkan atau menggambarkan suatu kondisi perbandingan antara rata-rata keturunan dengan rata-rata kedua tetuanya.

Berdasarkan Tabel 3 secara keseluruhan hibridisasi dapat meningkatkan heterosis dan variabilitas. Menurut Su *et al.* (2013) persilangan diallel (*diallel crossing*) biasanya dilakukan untuk meningkatkan performa pertumbuhan serta peningkatan hasil dan ketahanan terhadap penyakit. Berdasarkan data dari persilangan dialel, strain dengan GCA (*general combining ability*) dan SCA (*specific combining ability*) tertinggi dapat dipilih sebagai indukan terbaik. Analisis daya

gabung digunakan untuk mengidentifikasi tetua dengan GCA tinggi dan mengacu pada performa rata-rata tetuanya pembentuk hibrida dan kombinasi indukan dengan SCA tinggi (Su *et al.* 2013). Selanjutnya ditegaskan pula bahwa indukan penggabung (*combiner*) terbaik dapat digunakan dalam program hibridisasi untuk mengeksploitasi heterosis.

Menurut Nugroho & Kusmini (2014), tingkat variasi heterozigositas dipengaruhi oleh jenis ras ikan gurame. Secara umum ras ikan gurame yang diteliti mempunyai tingkat keragaman yang tinggi dengan nilai heterozigositas rata-rata 0,2747, dengan nilai tertinggi terdapat pada ras Bluesafir (0,3050) kemudian diikuti oleh ras Paris (0,2832) dan Bastar (0,2360). Menurut Ariyanto & Utami (2006), tingginya nilai estimasi heterosis menunjukkan bahwa nilai kekerabatan spesies tersebut relatif jauh.

Dari hasil persilangan empat populasi ikan gurami tersebut ternyata ada dua persilangan yang memiliki nilai heterosis negatif, artinya pertumbuhan ikan gurami hibrida lebih lambat dibandingkan dengan rata-rata kedua tetuanya, yaitu pada persilangan antara populasi Kalimantan dan Majalengka secara resiprokal. Menurut Wohlfarth (1993), heterosis adalah pertumbuhan yang melebihi dari pertumbuhan tercepat strain parental, dan menunjukkan bahwa heterosis untuk pertumbuhan dalam spesies ini adalah umum, namun tidak semuanya seperti itu. Namun menurut Nugroho & Kusmini (2007), nilai heterosis yang rendah (negatif) bukan berarti keturunan hasil persilangan jelek tetapi lebih menerangkan atau menggambarkan suatu kondisi perbandingan antara rata-rata keturunan dengan rata-rata kedua tetuanya.

Persilangan antara betina Majalengka dengan jantan Jambi memiliki nilai daya gabung spesifik tertinggi dengan nilai positif 75,30 g

serta memiliki nilai heterosis tertinggi yaitu 41,78%, hal ini merupakan kandidat sebagai ikan hibrida prospektif untuk ikan budi daya yang memiliki pertumbuhan cepat.

Simpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa populasi ikan gurami asal Kalimantan mempunyai jarak genetik terjauh dengan ketiga lainnya, sedangkan ikan gurami asal Jambi mempunyai jarak genetik yang dekat dengan ikan gurami asal Majalengka. Secara umum populasi gurami asal Jambi mempunyai kemampuan daya gabung lebih baik dibandingkan dengan ketiga populasi lainnya. Persilangan yang mempunyai kemampuan daya gabung spesifik tertinggi adalah betina Majalengka dan jantan Jambi yaitu sebesar 75,30 g dan memiliki nilai heterosis yang tertinggi yaitu sebesar 41,78%.

Persantunan

Penelitian ini dibiayai dari dana APBN Balai Penelitian Pemuliaan Ikan tahun anggaran 2014 dan 2015. Ucapan terima kasih disampaikan kepada teman-teman teknisi Komoditas Gurami: Pak A. Sofyan Suri, Pak Sugio, dan Pak Nurdiyansyah, yang telah banyak membantu dalam pengumpulan data dengan penuh dedikasi.

Daftar pustaka

- Ariyanto D, Utami R. 2006. Evaluasi laju pertumbuhan, keragaman pertumbuhan dan estimasi heterosis pada persilangan antar spesies ikan patin (*Pangasius* sp.). *Jurnal Perikanan*, 8(1): 81-86.
- Bartley D, Rana MK, Immink AJ. 2001. The use of interspecific hybrids in aquaculture and fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10(3): 325-337.
- Ding J, Chang Y, Wang C, Cao X. 2007. Evaluation of the growth and heterosis of hybrids among three commercially important sea urchins in China: *Strongylocentrotus nudus*, *S. intermedius* and *Anthocidaris crassispina*. *Aquaculture*, 272(-4): 273-280.
- Falconer DS. 1981. *Introduction to Quantitative Genetics*, 2nd edition. Longman Inc, United Kingdom. 464 p.
- Febrianti R, Sularto, Suharyanto, 2016, Penentuan awal jenis kelamin pada ikan gurami (*Osphronemus goramy* Lacepede 1801). In: Zahid A, Simanjuntak CPH, Lusiastuti AM, Rahardjo MF, Hadiaty RK, Hadie W, Hadie LE (Editor). *Prosiding Seminar Nasional Ikan ke-9*. Masyarakat Iktiologi Indonesia, Cibinong. pp 505-512.
- Gjedrem T. 2005. *Selection and Breeding Programs in Aquaculture*, Springer Link, Netherlands Publisher, 364 p.
- Kusmini II, Hadie LE, Hadie W, Kristanto AH, 2000, Karakterisasi dalam karakter fenotip beberapa ras ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) yang berpotensi dalam budidaya dengan analisis truss morfometrik. *Prosiding Simposium Nasional Pengelolaan Plasma Nutfah*, Bogor. pp. 614-620.
- Nei M. 1972, Genetic distance between populations. *The American Naturalist*, 106(949): 283-292.
- Nei M. 1987. *Molecular Evolutionary Genetics*. Columbia University Press, New York. 512p
- Nugroho E. 2011, Evaluasi variasi genetik ras-ras ikan gurame dengan menggunakan marker DNA. *Jurnal Perikanan*, 13(2): 86-90.
- Nugroho E, Rahayuni E, Hamid MA. 2013. Gurami Batanghari: Benarkah strain berbeda? Suatu kajian genetik dengan menggunakan marka molekuler DNA, *Media Akuakultur*, 8(1): 9-12.
- Nugroho E, Kusmini II. 2007. Evaluasi variasi genetik tiga ras ikan gurame (*Osphronemus gourami*) dengan menggunakan metode isozyme. *Jurnal Riset Akuakultur*, 2(1): 51-57.
- Radona D, Nafiqoh N. 2014. Karakterisasi reproduksi dan nilai heterosis hasil persilangan ikan gurame bastar dan bluesafir. *Berita Biologi*, 13(2): 153-159.
- Rahman MA, Bhadra A, Begum N, Islam MS, Hussain MG, 1995, Production of hybrid vigor through cross breeding between *Clarias batrachus* Lin, and *Clarias gariepinus* Bur. *Aquaculture*, 138(1-4): 125-130.
- Samaradivakara SP, Hirimuthugoda NY, Guna-wardana RHANM, Illeperuma RJ, Fernan-

- dopulle ND, De Silva AD, Alexander PABD. 2012. Morphological variation of four tilapia populations in selected reservoirs in Sri Lanka, *Tropical Agricultural Research*, 23(2): 105-116.
- SAS. 1988. *SAS/ STAT User's Guide*, Release 6,03 Edition. ISBN 1-55544-088-6. SAS Institute Inc, Cary, NC, USA, 1028 p.
- Setijaningsih L, Arifin OZ, Gustiano R, 2007. Karakterisasi tiga strain ikan gurami (*Osphronemus gouramy Lac.*) berdasarkan metode truss morfometrik, *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 7(1): 23-30.
- Su S, Xu P, Yuan X. 2013. Estimates of combining ability and heterosis for growth traits in a full diallel cross of three strains of three strains common carp, *Cyprinus carpio* L. *African Journal of Biotechnology*, 12(22): 3514-3521
- Tave D. 1993, *Genetics for Fish Hatchery Managers*, 2nd ed, AVI Publishing Company, Inc, Connecticut, 418 p.
- Tave D. 1995. Selective breeding programmes for medium-sized fish farms, *FAO Fisheries Technical Paper* 352, Rome, FAO, 122 p
- Tayamen, MM, Reyes RA, Danting MaD, Mendoza AM, Marquez EB, Salguet AC, Gonzales RC, Abella TA, Vera-Cruz EM. 2002. Tilapia broodstock development for saline water in the Philippines, *Naga*, 25(1): 32-36,
- Wang X, Ross KE, Saillant E, Gatlin DM, Gold JR. 2006. Quantitative genetics and heritability of growth-related traits in hybrid striped bass (*Morone chrysops* ♀ × *Morone saxatilis* ♂), *Aquaculture*, 261(2): 535–545.
- Wohlfarth GW. 1993. Heterosis for growth rate in common carp, *Aquaculture*, 113(1-2): 31-46.

Pengaruh pemberian mikrokapsul probiotik *Bacillus cereus* P22 dan *Staphylococcus lentus* L1k pada pakan terhadap kinerja pertumbuhan, respons imun, dan resistensi ikan lele, *Clarias gariepinus* Burchell 1822 yang diinfeksi *Aeromonas hydrophila*

[Effects of dietary probiotic microcapsules *Bacillus cereus* P22 and *Staphylococcus lentus* L1k on growth performance, immune response, and resistance of African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell 1822 infected with *Aeromonas hydrophila*]

Lilik Setiyaningsih^{1✉}, Widanarni², Angela Mariana Lusiastuti³, Munti Yuhana²

¹ Mahasiswa Magister, Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

² Departemen Budidaya Perairan, FPIK-IPB

³ Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar Bogor
Jl. Agatis, Kampus IPB, Dramaga, Bogor 16680
Jl. Sempur No 1 Bogor 16154

Diterima: 02 Juni 2016; Disetujui: 04 April 2017

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dosis dan frekuensi pemberian mikrokapsul probiotik melalui pakan terhadap kinerja pertumbuhan, respons imun, dan resistensi ikan lele yang diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. Penelitian ini menggunakan *Bacillus cereus* P22 dan *Staphylococcus lentus* L1k yang telah dienkapsulasi melalui metode *spray drying*. Penelitian ini dilaksanakan selama 56 hari dengan delapan perlakuan dan empat ulangan, terdiri atas perlakuan K- (kontrol negatif), K+ (kontrol positif), A (pakan+mikrokapsul probiotik dosis 0,5% frekuensi setiap hari), B (pakan+mikrokapsul probiotik dosis 0,5% frekuensi tiga hari sekali), C (pakan+mikrokapsul probiotik dosis 1% frekuensi setiap hari), D (pakan+mikrokapsul probiotik dosis 1% frekuensi tiga hari sekali), E (pakan+mikrokapsul probiotik dosis 2% frekuensi setiap hari) dan F (pakan+mikrokapsul probiotik dosis 2% frekuensi tiga hari sekali). Ikan diuji tantang dengan *A. hydrophila* pada hari ke 42 dengan kepadatan 10^8 CFU ml⁻¹ secara *intramuscular* (kecuali K- diinjeksi dengan *phosphate buffer saline*). Setelah 40 hari pascainjeksi, laju sintasan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antarperlakuan ($p>0,05$). Perlakuan E menunjukkan laju pertumbuhan ($4,54\pm0,02\%$) dan total probiotik *B. cereus* (P22) dan *S. lentus* (L1k) ($4,06\pm0,09$ log CFU g⁻¹; $4,02\pm0,08$ log CFU g⁻¹) tertinggi; sementara perlakuan D memberikan hasil nisbah konversi pakan terbaik ($1,191\pm0,013$), perlakuan F menunjukkan *total bacterial count* tertinggi ($7,11\pm0,53$ log CFU g⁻¹). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis 2% yang diberikan setiap hari memberikan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan laju pertumbuhan, respons imun, dan resistensi ikan lele terhadap *A. hydrophila*.

Kata penting: *A. hydrophila*, *Bacillus cereus*, mikrokapsul probiotik, *Staphylococcus lentus*

Abstract

The aimed of this research was to evaluate the effects of dietary probiotic microcapsules *B.cereus* P22 and *S. lentus* (L1k) at different dose and frequency on growth performance, immune response and resistance of African catfish infected with *A. Hydrophila*. Probiotics used in this study were *B. cereus* P22 and *S. lentus* L1k encapsulated by spray draying method. The research was carried out for 56 days with eight treatments and four replications. The treatments were K- (negative control), K+ (positive control), A (feed supplemented with 0,5% of microencapsulated probiotic, fed every day), B (feed supplemented with 0,5% of microencapsulated probiotic, fed once every three days), C (feed supplemented with 1% of microencapsulated probiotic, fed every day), D (feed supplemented with 1% of microencapsulated probiotic with an administration once every three days), E (feed with 2% of microencapsulated probiotic with an administration every day) and F (feed with 2% of microencapsulated probiotic with an administration once every three days). On day 42, all of the fish except K- were challenged by intramuscular injection of *A. hydrophila* (10^8 CFU ml⁻¹). In 40 days after infection, there were no significant difference on survival rate (SR) between treatments ($p> 0.05$). Treatment E displayed the higher growth rate ($4,54\pm0,02\%$), total probiotic *B. cereus* (P22) and *S. lentus* (L1k) (4.06 ± 0.09 log CFU g⁻¹; 4.02 ± 0.08 log CFU g⁻¹) than other treatments; whereas treatment D showed the best feed conversion ratio (1.191 ± 0.013), and treatment F offered the highest total bacterial count (7.11 ± 0.53 log CFU g⁻¹). An administration of 2% microencapsulated probiotic in every day frequency demonstrated the better growth performance, immune response and resistance of African catfish to *A. hydrophila* compare with other treatments.

Keywords: *A. hydrophila*, *Bacillus cereus*, catfish, microcapsulated probiotic, *Staphylococcus lentus*

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: lilik.setiyaningsih92@gmail.com

Pendahuluan

Aeromonas hydrophila termasuk ke dalam patogen oportunistik yang dapat menyebabkan kematian yang tinggi (80-100%) pada ikan budidaya (Janda & Abbott 2010). Ikan yang terinfeksi *A. hydrophila* dapat mengalami pendarahan pada organ yang terinfeksi sehingga menyebabkan luka. Secara umum gejala klinis yang ditimbulkan pada ikan yang terinfeksi bakteri tersebut adalah penurunan respons terhadap pakan, berenang abnormal, luka kemerahan, sisik lepas, sirip terkikis, kerusakan sel berupa hipertropi dan hiperplasia, kerusakan organ hati dan ginjal (Hardi *et al.* 2014).

Salah satu solusi yang diharapkan sebagai upaya penanggulangan infeksi bakteri *A. hydrophila* adalah pemberian probiotik. Probiotik mampu memberikan efek antimikrobial berupa produksi antibiotik, bakteriosin, enzim (lisozim dan protease) atau hidrogen peroksida (Cruz *et al.* 2012). Bakteri probiotik bersifat kompetitor terhadap patogen dan mampu meningkatkan sistem imun (El- Bouhy *et al.* 2013).

Probiotik dalam bentuk kultur sel memiliki keterbatasan dalam masa penyimpanan dan mudah rusak oleh pengaruh lingkungan (Weinbreck *et al.* 2010). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mempertahankan viabilitas probiotik adalah melalui penggunaan teknologi mikroenkapsulasi yang merupakan teknik pengemasan bahan dalam bentuk partikel mikro dan nano. Mikroenkapsulasi dapat melindungi bahan sensitif dari kelembaban, panas, cahaya atau oksidasi (Jafari *et al.* 2008). Menurut Jyothi *et al.* (2010) proses kering (*spray drying*) merupakan metode mikroenkapsulasi yang tergolong murah dibandingkan dengan metode lainya dan mampu menghasilkan serbuk kualitas tinggi untuk produksi skala besar.

Penggunaan dosis dan frekuensi pemberian probiotik yang tepat berhubungan dengan nilai ekonomis dan diharapkan mampu menekan biaya produksi yang dikeluarkan selama masa pemeliharaan. Dosis pemberian mikrokapsul probiotik *S. lentus* pada pakan sebesar 0,5%, 1% dan 2% sebelumnya pernah dilaporkan oleh Rahmawati (2015). Pemberian mikrokapsul probiotik *S. lentus* dengan dosis berbeda menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap laju pertumbuhan dan efisiensi pakan pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang terinfeksi *S. agalactiae*. Beberapa penelitian lain mengenai dosis probiotik juga pernah dilaporkan (Bagheri *et al.* 2008, Utami *et al.* 2015). Munaeni *et al.* (2014) menyatakan bahwa pemberian mikrokapsul sinbiotik *Bacillus* sp. NP5 RfR dan oligosakarida dengan frekuensi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap laju pertumbuhan dan respons imun pada udang vaname yang terinfeksi *Vibrio harveyi*. Namun penelitian mengenai gabungan dosis dan frekuensi mikrokapsul probiotik multispecies untuk pengendalian *A. hydrophila* pada ikan lele belum pernah dilakukan.

Penggunaan probiotik multispecies diketahui memiliki efektivitas yang lebih tinggi dalam menghambat penyebaran beberapa jenis penyakit bakterial (Welker & Lim 2011). Pada penelitian ini probiotik multispecies *B. cereus* dan *S. lentus* digunakan untuk mengendalikan infeksi *A. hydrophila* pada ikan lele.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dosis dan frekuensi pemberian mikrokapsul probiotik melalui pakan terhadap kinerja pertumbuhan, respons imun dan resistensi ikan lele yang diinfeksi *A. hydrophila*.

Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2015-Januari 2016 di Instalasi Penelitian

dan Pengembangan Pengendalian Penyakit Ikan (IP4I) (Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar Bogor) dan Laboratorium Terpadu SEAFast, Institut Pertanian Bogor. Bakteri probiotik yang digunakan adalah *B. cereus* (P22) (10^8 CFU ml^{-1}) dan *S. lentus* (L1k) (10^8 CFU ml^{-1}) dengan penanda molekuler resisten antibiotik (Rifampisin untuk P22 dan Chloramphenicol untuk L1k) dan dimikroenkapsulasi sesuai dengan metode Zubaidah *et al.* (2015). Bakteri *A. hydrophila* yang digunakan merupakan koleksi Instalasi Penelitian dan Pengembangan Pengendalian Penyakit Ikan (IP4I) Bogor.

Penelitian ini terdiri atas delapan perlakuan dengan empat ulangan, yaitu K- (kontrol negatif), K+ (kontrol positif), A (pakan+mikrokapsul probiotik dosis 0,5% frekuensi setiap hari), B (pakan+mikrokapsul probiotik dosis 0,5% frekuensi tiga hari sekali), C (pakan+mikrokapsul probiotik dosis 1% frekuensi setiap hari), D (pakan+ mikrokapsul probiotik dosis 1% frekuensi tiga hari sekali), E (pakan+mikrokapsul probiotik dosis 2% frekuensi setiap hari sekali) dan F (pakan +mikrokapsul probiotik dosis 2% frekuensi tiga hari sekali). Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap. Pakan yang digunakan merupakan pakan komersial dengan kadar protein sebesar 30%. Mikrokapsul probiotik ditambahkan ke dalam pakan sesuai dengan dosis yang telah ditentukan dan dilakukan proses pelapisan (*coating*) menggunakan 2% putih telur. Pakan dikering udarkan dan disimpan di dalam lemari pendingin bersuhu 4°C .

Ikan lele yang digunakan adalah galur mutiara dengan bobot rata-rata $3,72 \pm 0,505$ g. Ikan dipelihara pada bak berukuran $60 \times 70 \times 40$ cm³ berisi 60 liter air dan kepadatan 15 ekor tiap bak. Pemberian pakan dilakukan sebanyak tiga kali sehari, frekuensi pemberian pakan yang mengandung mikrokapsul probiotik sesuai dengan perla-

kuan dan diberikan secara *ad satiation* selama 40 hari masa pemeliharaan. Ikan diuji tantang dengan *A. hydrophila* pada hari ke 42 dengan kepadatan 10^8 CFU ml^{-1} sebanyak 0,2 ml ekor⁻¹ menggunakan *syringe* steril secara *intramuscular* (kecuali K- diinjeksi dengan *phosphate buffer saline* PBS), ikan diberi pakan perlakuan selama 14 hari pascauji tantang. Pengamatan sintasan pascauji tantang dilakukan dengan mengamati kematian setiap hari selama 14 hari. Kualitas air selama masa pemeliharaan diukur menggunakan *water quality checker*.

Parameter yang diamati selama masa pemeliharaan meliputi kinerja pertumbuhan, respons imun, jumlah total bakteri di usus ikan uji dan jumlah total bakteri *A. hydrophila* di organ target. Pascauji tantang *A. hydrophila*, parameter yang diamati meliputi respons imun, laju sintasan, dan jumlah total bakteri *A. hydrophila* di organ target.

Kinerja pertumbuhan

Parameter kinerja pertumbuhan yang diamati meliputi laju sintasan (*survival rate*), laju pertumbuhan spesifik (*specific growth rate*), dan nisbah konversi pakan (*feeding conversion rate*).

Laju sintasan dihitung menggunakan persamaan menurut Effendie (1997):

$$\text{SR} = N_t/N_o \times 100$$

Keterangan: S = laju sintasan (%), N_t = jumlah ikan yang hidup pada akhir pengamatan (ekor), N_o = jumlah ikan yang hidup pada awal uji tantang (ekor)

Penghitungan laju pertumbuhan spesifik pada masa pemeliharaan sebelum uji tantang menggunakan persamaan Giri *et al.* (2013):

$$\text{SGR} = 100 \times \frac{\ln W_e - \ln W_s}{t}$$

Keterangan: SGR= laju pertumbuhan spesifik (%), W_e = rata-rata bobot ikan pada akhir penelitian (g), W_s = rata-rata bobot ikan pada awal penelitian (g), t = lama pemeliharaan (hari)

Nisbah konversi pakan pada masa pemeliharaan sebelum uji tantang dihitung menggunakan rumus Zonneveld *et al.* (1991):

$$FCR = F / (B_t + B_m - B_o)$$

Keterangan: FCR= nisbah konversi pakan, F = jumlah pakan yang diberikan (g), B_t = biomassa ikan pada akhir pemeliharaan (g), B_m = biomassa ikan yang mati selama pemeliharaan (g), B_o = biomassa ikan pada awal pemeliharaan (g)

Respons imun

Parameter respons imun yang diamati yaitu kadar hematokrit (Hc), kadar hemoglobin (Hb), aktivitas fagositosis (AF), dan ledakan respiratori (*respiratory burst* RB).

Kadar Hc diukur menggunakan tabung mikrohematokrit. Darah dimasukkan ke dalam tabung mikro hematokrit secara kapiler hingga mencapai $\frac{3}{4}$ bagian tabung. Ujung tabung yang telah berisi darah ditutup menggunakan cryotocel dan disentrifugasi dengan kecepatan 5000 rpm selama lima menit. Panjang darah yang mengendap dan panjang total volume darah pada tabung diukur untuk menunjukkan nilai kadar Hc. Kadar Hc dihitung dengan rumus (Anderson & Siwicki 1995):

$$Hc = (a/b) \times 100\%$$

Keterangan: a = panjang darah yang mengendap, b = panjang total volume darah pada tabung

Penghitungan kadar AF dilakukan untuk menentukan persentase aktivitas sel-sel fagosit. Darah sampel sebanyak 50 μ l dimasukkan ke dalam *eppendorf*. Patogen sebanyak 50 μ l dihomogenkan ke dalam *eppendorf* dan diinkubasi selama 20 menit dalam suhu ruang. Suspensi darah sebanyak 5 μ l diteteskan pada gelas objek dan dibuat preparat ulas. Preparat ulas dikering udarakan, lalu difiksasi dengan metanol selama 5-10 menit dan dikering udarakan. Kemudian dilanjutkan perendaman dengan giemsa selama 10-15 menit. Preparat tersebut dibilas dengan akuades dan dikering udarakan, kemudian dilakukan

pengamatan secara mikroskopis. Penghitungan dilakukan dengan pengamatan terhadap sel-sel yang memfagosit bakteri hingga 100 sel (Anderson & Siwicki 1995).

Kadar Hb diukur menggunakan metode Sahli. Darah yang telah ditampung dihisap dengan menggunakan pipet sahli sampai skala 20 mm³ atau pada skala 0,2 ml. Ujung pipet kemudian dibersihkan dengan tisu. Darah yang telah dihisap ke dalam pipet dipindahkan ke dalam tabung Hb-meter yang telah diisi HCl 0,1 N sampai skala 10 (merah), larutan tersebut diaduk dan dibiarkan selama 3-5 menit. Akuades ditambahkan sampai warna darah dan HCl tersebut nampak seperti warna larutan standar yang ada di dalam Hb-meter tersebut. Skala yang terbentuk dibaca dengan mencocokkan permukaan cairan dengan skala tabung Sahli pada skala jalur gr % (kuning). Skala tersebut menunjukkan banyaknya hemoglobin dalam gram 100 ml⁻¹ darah (Wedemeyer & Yasutake 1997).

Pengukuran RB atau uji *nitroblue tetrazolium* (NBT) dilakukan untuk melihat produksi radikal oksigen dari fagosit sel yang berperan melawan patogen. Darah ikan sampel diambil sebanyak 50 μ l, dimasukkan ke dalam *microplate* dan diinkubasi di dalam inkubator bersuhu 37°C selama satu jam. Darah kemudian dibuang dan dibilas menggunakan 100 μ l PBS sebanyak tiga kali hingga darah dalam lubang *mikroplate* hilang. Larutan NBT dimasukkan ke dalam lubang *microplate* sebanyak 50 μ l lalu diinkubasi kembali selama satu jam pada suhu 37°C. Satu jam setelah inkubasi larutan NBT dibuang dan dibilas dengan metanol 100% sebanyak 50 μ l selama dua-tiga menit, kemudian ditambahkan kembali metanol 30% sebanyak 50 μ l dan dilakukan sebanyak tiga kali, *microplate* kemudian dikering anginkan selama $\pm$ 15 menit. Larutan KOH 60 μ l dan DMSO 70 μ l dimasukkan ke dalam lubang

microplate dan dibaca di *microplate reader* untuk mendapatkan hasil.

Jumlah total bakteri di usus ikan uji

Total bakteri serta total probiotik P22 dan L1k di dalam usus diamati pada awal dan akhir pemeliharaan. Usus ikan diambil kemudian dihomogenkan dalam larutan PBS. Parameter yang diamati adalah *Total Viable Bacterial Count* (TBC) dan total probiotik. Media yang digunakan berupa media TSA (*Tryptic Soy Agar*) untuk TBC dan media TSA+antibiotik (Rifampisin untuk P22 dan Chloramphenicol untuk L1K). Pengamatan dilakukan setelah inkubasi 48 jam. Populasi masing-masing probiotik dihitung dengan cara *Total Plate Count* (TPC).

Jumlah total bakteri A. hydrophila organ target

Total bakteri *A. hydrophila* di organ target (ginjal dan hati) diamati pada awal pemeliharaan serta tujuh hari dan 14 hari pascauji tantang. Penghitungan jumlah bakteri dilakukan dengan mengambil sampel ginjal dan hati ikan masing-masing sebanyak 0,1 g. Sampel dihaluskan menggunakan *mortar* dan dihomogenkan dalam 0,9 ml larutan PBS. Media yang digunakan berupa media selektif *A. hydrophila* RS (*Rimler-Shotts*), kemudian dilakukan pengenceran berseri serta penghitungan bakteri dengan metode cawan. Pengamatan dilakukan setelah inkubasi 24 jam. Jumlah total bakteri *A. hydrophila* dihitung dengan cara *Total Plate Count* (TPC).

Analisis data

Data total bakteri di usus, total probiotik di usus, dan total *A. hydrophila* di organ target dianalisis secara deskriptif, sedangkan data lainnya dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) pada selang kepercayaan 95%, data yang berbeda nyata diuji menggunakan uji lanjut Duncan.

Hasil

Kinerja pertumbuhan

Laju sintasan ikan lele pada perlakuan A, B, C, D, E, F dan kontrol selama masa pemeliharaan memiliki kisaran nilai 93,31-97,78% dan tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antarperlakuan ($p > 0,05$; Tabel 1). Nilai laju pertumbuhan spesifik tertinggi terdapat pada perlakuan E ($4,537 \pm 0,018\%$), tidak berbeda nyata dengan perlakuan D ($p > 0,05$; Tabel 1) namun berbeda nyata dengan perlakuan lain ($p < 0,05$; Tabel 1). Perlakuan D menunjukkan nilai FCR terendah ($1,191 \pm 0,013$), tidak berbeda nyata ($p > 0,05$; Tabel 1) dengan perlakuan C ($1,242 \pm 0,062$) dan F ($1,25 \pm 0,034$) namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($p < 0,05$; Tabel 1).

Total bakteri pada saluran pencernaan selama masa pemeliharaan 40 hari pada perlakuan F ($7,11 \pm 0,53 \log \text{CFU g}^{-1}$) diketahui memberikan hasil tertinggi (Tabel 2). Total probiotik *B. Cereus* (P22) dan *S. lentus* (L1k) tertinggi dihasilkan oleh perlakuan E ($4,06 \pm 0,09 \log \text{CFU g}^{-1}$; $4,02 \pm 0,08 \log \text{CFU g}^{-1}$) (Tabel 2). Total bakteri di usus pada seluruh perlakuan probiotik diketahui memiliki jumlah yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol (Tabel 2).

Respons imun

Pemberian probiotik dengan dosis dan frekuensi berbeda diketahui memberikan pengaruh terhadap parameter gambaran darah. Setelah masa pemeliharaan selama 40 hari, kadar hematokrit (Hc), hemoglobin (Hb), aktivitas fagositosis (AF), dan ledakan respiratori (RB) pada perlakuan pemberian probiotik menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibanding kontrol ($p < 0,05$) (Gambar 1a, 1b, 1c, dan 1d). Fluktuasi nilai pada parameter gambaran darah terjadi pascauji tantang (Gambar 1a, 1b, 1c dan 1d), hal tersebut diduga berkaitan dengan status kesehatan ikan.

Tabel 1 Laju sintasan (SR), laju pertumbuhan spesifik (SGR), dan nisbah konversi pakan (FCR) ikan lele yang diberi probiotik dengan dosis dan frekuensi berbeda

Perlakuan	SR (%)	SGR (%)	FCR
K	93,31±6,67 ^a	3,681±0,000 ^a	1,750±0,070 ^d
A	93,33±6,67 ^a	4,143±0,016 ^b	1,340±0,004 ^b
B	97,78±3,85 ^a	4,361±0,077 ^c	1,441±0,036 ^c
C	97,78±3,85 ^a	4,367±0,101 ^c	1,242±0,062 ^{ab}
D	93,33±6,67 ^a	4,433±0,003 ^{cd}	1,191±0,013 ^a
E	97,78±3,85 ^a	4,537±0,018 ^d	1,462±0,004 ^c
F	95,55±3,85 ^a	4,195±0,055 ^b	1,244±0,034 ^{ab}

Keterangan: huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (Uji Duncan; $p < 0,05$). Nilai yang tertera merupakan nilai rata-rata dan simpangan baku. K (kontrol tanpa pemberian probiotik), A (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 0,5% frekuensi setiap hari), B (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 0,5% frekuensi tiga hari sekali), C (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 1% frekuensi setiap hari), D (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 1% frekuensi tiga hari sekali), E (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 2% frekuensi setiap hari) dan F (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 2% frekuensi tiga hari sekali).

Tabel 2 *Total bacterial count* (TBC) dan *total probiotic count* (TPC) P22 & L1k pada saluran pencernaan ikan lele yang diberi probiotik dengan dosis dan frekuensi berbeda

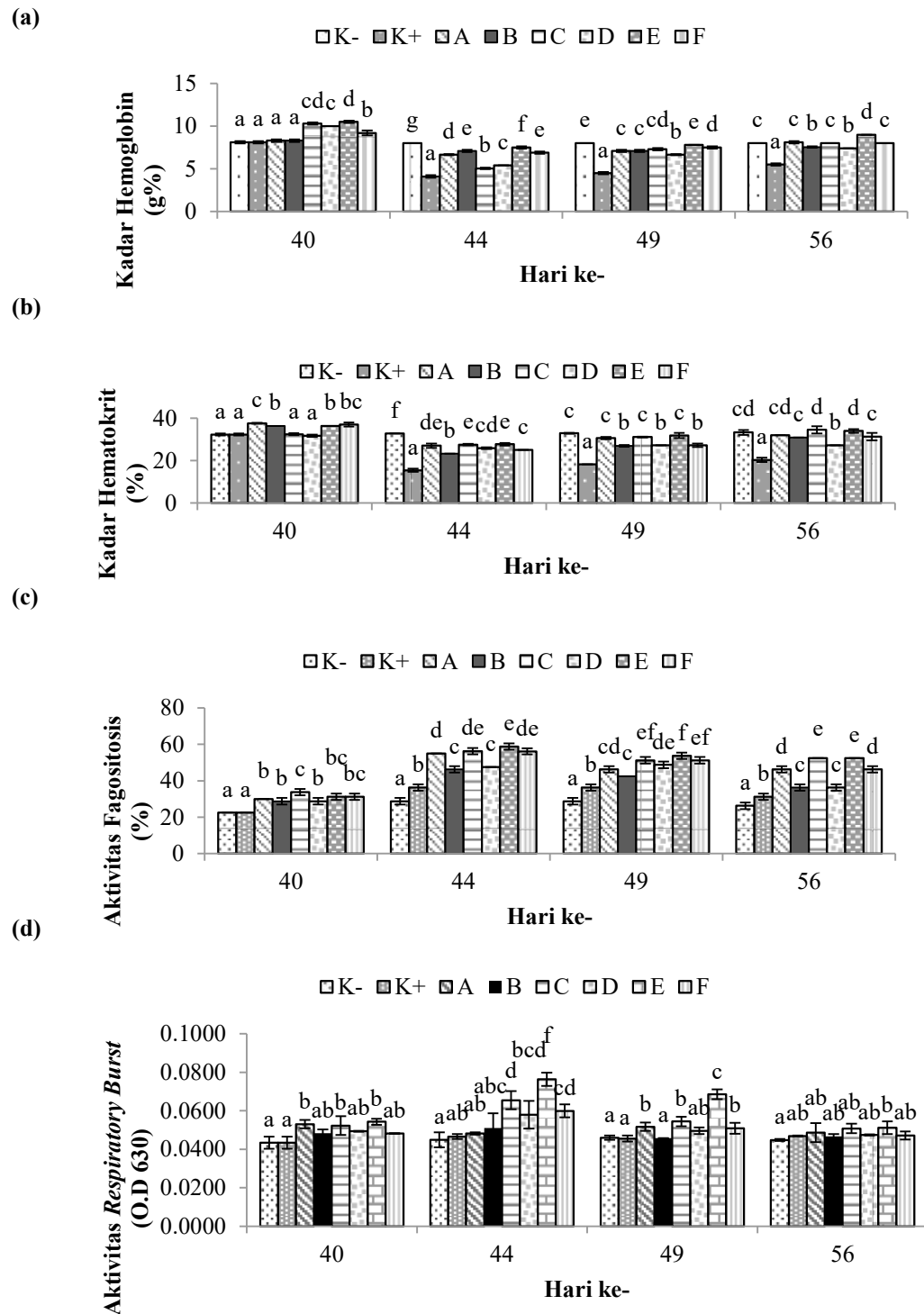
Perlakuan	TBC (log CFU g ⁻¹)	TPC (log CFU g ⁻¹)	
		P22	L1k
K	6,37±0,16	0,00±0,00	0,00±0,00
A	6,81±0,51	3,12±0,16	3,04±0,06
B	6,42±0,16	3,06±0,08	3,54±0,08
C	6,84±0,08	3,85±0,07	3,49±0,16
D	6,57±0,23	3,10±0,15	3,47±0,01
E	6,99±0,83	4,06±0,09	4,02±0,08
F	7,11±0,53	3,65±0,08	3,88±0,05

Keterangan: K+ (kontrol positif), A (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 0,5% frekuensi setiap hari), B (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 0,5% frekuensi tiga hari sekali), C (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 1% frekuensi setiap hari), D (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 1% frekuensi tiga hari sekali), E (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 2% frekuensi setiap hari) dan F (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 2% frekuensi tiga hari sekali).

Kadar Hc dan Hb menurun pada hari ke 44 dan meningkat kembali pada hari ke 49 dan 56. Kadar Hb tertinggi pada akhir pemeliharaan dan pascauji tantang ditunjukkan oleh perlakuan E (Gambar 1a) berbeda nyata dengan seluruh perlakuan ($p < 0,05$). Nilai Hc tertinggi pada hari ke 44 dan 49 dihasilkan oleh perlakuan E (27,70±0,61; 31,83±1,25) tidak berbeda nyata dengan perlakuan A, dan C ($p > 0,05$) namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($p < 0,05$). Nilai Hc tertinggi pada hari ke 56 ditunjukkan oleh perlakuan C (34,52±1,69) tidak berbeda nyata

dengan perlakuan A dan E ($p < 0,05$) namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($p > 0,05$).

Pascauji tantang, nilai AF dan RB meningkat pada hari ke 44 kemudian menurun kembali pada hari ke 49 dan 56. Nilai AF tertinggi pada hari ke 44 ditunjukkan oleh perlakuan E (58,75±1,77) tidak berbeda nyata dengan perlakuan C dan F ($p > 0,05$) namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($p < 0,05$). Nilai RB tertinggi pada hari ke 44 dihasilkan oleh perlakuan E (0,076±0,004) berbeda nyata dengan seluruh perlakuan lainnya ($p < 0,05$).



Gambar 1 Kadar hemoglobin (a), kadar hematokrit (b), aktivitas fagositosis (c), aktivitas ledakan respiratori (d) ikan lele yang diberi probiotik dengan dosis dan frekuensi yang berbeda pada akhir pemeliharaan (hari ke-40) dan pascaujiantang (hari ke- 44, 49 dan 56). Huruf yang berbeda di setiap batang hari yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (Uji Duncan; $p < 0,05$). K+ (kontrol positif), A (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 0,5% frekuensi setiap hari), B (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 0,5% frekuensi tiga hari sekali), C (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 1% frekuensi setiap hari), D (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 1% frekuensi tiga hari sekali), E (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 2% frekuensi setiap hari) dan F (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 2% frekuensi tiga hari sekali).

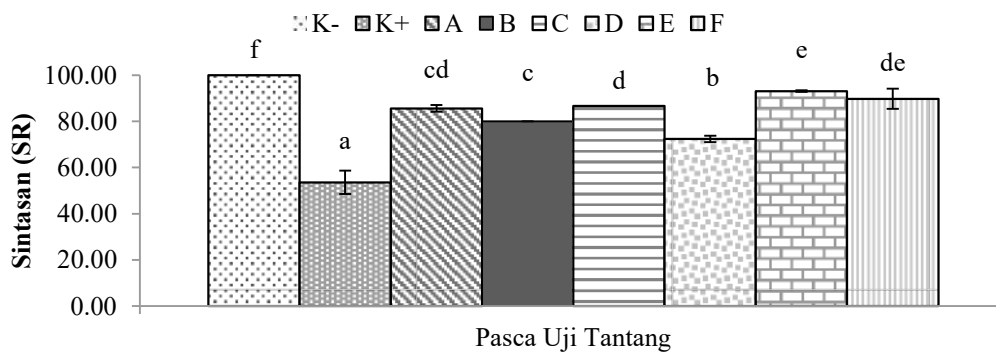
Total *A. hydrophila* di organ target pada awal pemeliharaan untuk seluruh perlakuan menunjukkan hasil $<2,00 \pm 0,00 \log \text{CFU g}^{-1}$. Kemampuan bakteri probiotik dalam menghambat pertumbuhan *A. hydrophila* dapat diketahui dari total *A. hydrophila* pada organ target. Total *A. hydrophila* di organ ginjal dan hati terendah pada hari ke-49 dihasilkan oleh perlakuan E ($3,65 \pm 0,49 \log \text{CFU g}^{-1}$; $3,75 \pm 0,21 \log \text{CFU g}^{-1}$), se-

dangkan total *A. hydrophila* di organ hati dan ginjal terendah pada hari ke-56 dihasilkan oleh seluruh perlakuan probiotik dengan frekuensi pemberian setiap hari yaitu perlakuan A, C, E ($<2,00 \pm 0,00 \log \text{CFU g}^{-1}$) (Tabel 3). Total *A. hydrophila* di organ ginjal dan hati pada K- (hari ke-49 dan 56) memiliki nilai $<2,00 \pm 0,00 \log \text{CFU g}^{-1}$.

Tabel 3 Total *A. hydrophila* pada organ target ikan lele pasca ujiantang yang diberi probiotik dengan dosis dan frekuensi berbeda

Perlakuan	H49 ($\log \text{CFU g}^{-1}$)		H56 ($\log \text{CFU g}^{-1}$)	
	Ginjal	Hati	Ginjal	Hati
K-	$<2,00 \pm 0,00$	$<2,00 \pm 0,00$	$<2,00 \pm 0,00$	$<2,00 \pm 0,00$
K+	$6,31 \pm 1,17$	$6,87 \pm 0,17$	$4,81 \pm 0,29$	$5,34 \pm 0,62$
A	$4,95 \pm 0,06$	$4,05 \pm 0,21$	$<2,00 \pm 0,00$	$<2,00 \pm 0,00$
B	$5,45 \pm 0,02$	$4,57 \pm 0,13$	$3,84 \pm 0,34$	$3,89 \pm 0,16$
C	$4,21 \pm 0,19$	$3,88 \pm 0,39$	$<2,00 \pm 0,00$	$<2,00 \pm 0,00$
D	$5,29 \pm 0,02$	$3,93 \pm 0,21$	$3,80 \pm 0,28$	$3,89 \pm 0,16$
E	$3,65 \pm 0,49$	$3,75 \pm 0,21$	$<2,00 \pm 0,00$	$<2,00 \pm 0,00$
F	$5,05 \pm 0,57$	$4,41 \pm 0,21$	$3,54 \pm 0,34$	$3,65 \pm 0,49$

Keterangan: K+ (kontrol positif), A (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 0,5% frekuensi setiap hari), B (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 0,5% frekuensi tiga hari sekali), C (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 1% frekuensi setiap hari), D (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 1% frekuensi tiga hari sekali), E (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 2% frekuensi setiap hari), dan F (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 2% frekuensi tiga hari sekali).



Gambar 2 Laju sintasan ikan lele pasca ujiantang *A. hydrophila*. Huruf yang berbeda di setiap bar menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (Uji Duncan; $p < 0,05$). K+ (kontrol positif), A (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 0,5% frekuensi setiap hari), B (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 0,5% frekuensi tiga hari sekali), C (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 1% frekuensi setiap hari), D (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 1% frekuensi tiga hari sekali), E (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 2% frekuensi setiap hari), dan F (pakan + mikrokapsul probiotik dosis 2% frekuensi tiga hari sekali).

Laju sintasan pascauji tantang

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh perlakuan probiotik memberikan tingkat sintasan yang lebih baik dibandingkan kontrol positif ($p < 0,05$) (Gambar 2). Perlakuan E ($93,10 \pm 0,33\%$) memberikan hasil laju sintasan yang lebih tinggi, tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan perlakuan F ($89,77 \pm 4,38\%$) namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($p < 0,05$).

Kualitas air

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kualitas air selama masa pemeliharaan adalah suhu $26-30^{\circ}\text{C}$, oksigen terlarut $4-5,93 \text{ mg L}^{-1}$, amoniak $0,016-0,673 \text{ mg L}^{-1}$, dan pH $5,5-7,0$.

Pembahasan

Kinerja pertumbuhan

Laju pertumbuhan spesifik meningkat seiring dengan peningkatan dosis pemberian probiotik, kecuali pada perlakuan F ($4,195 \pm 0,055$) yang mengalami penurunan. Penurunan nilai laju pertumbuhan spesifik pada perlakuan F tersebut diduga terjadi karena adanya penurunan frekuensi pemberian mikrokapsul probiotik pada dosis tinggi (2%). Pada dosis tinggi (2%) bakteri probiotik bekerja lebih efektif dalam meningkatkan nilai laju pertumbuhan spesifik apabila diberikan dengan frekuensi tinggi (setiap hari). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Zubaidah *et al.* (2015) bahwa semakin tinggi dosis sinbiotik *Bacillus* sp. yang diberikan maka laju pertumbuhan semakin meningkat. Peningkatan frekuensi pemberian probiotik pada dosis yang rendah (0,5%) mengakibatkan penurunan laju pertumbuhan, pada dosis sedang (1%) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, sedangkan pada dosis tinggi (2%) menunjukkan adanya peningkatan laju pertumbuhan. Probiotik yang diberikan pada dosis sedang (1%) dengan frekuensi pemberian probiotik tiga hari

sekali menunjukkan nilai nisbah konversi pakan terbaik.

Pemberian mikrokapsul probiotik *B.cereus* P22 dan *S. lentus* L1k diketahui dapat meningkatkan laju pertumbuhan spesifik dan menurunkan nisbah konversi pakan dibandingkan perlakuan kontrol. Peningkatan laju pertumbuhan spesifik dan penurunan nisbah konversi pakan pada perlakuan mikrokapsul probiotik diduga akibat pengaruh dari meningkatnya probiotik *B.cereus* P22 dan *S. lentus* L1k pada saluran pencernaan. Sya'bani *et al.* (2015) menyatakan bahwa pemberian probiotik *Bacillus* sp dan *Staphylococcus* sp. pada media budi daya diketahui mampu memberikan hasil konversi pakan yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol. Menurut Bagheri *et al.* (2008), peningkatan laju pertumbuhan spesifik dan penurunan nilai nisbah konversi pakan pada perlakuan pemberian probiotik *Bacillus* sp. melalui pakan diduga disebabkan oleh peran *Bacillus* sp. dalam membantu memecah protein dan karbohidrat. Balcazar *et al.* (2007) menyatakan bahwa probiotik melalui pakan mampu memodifikasi komposisi mikrobiota sehingga memberikan pengaruh yang baik terhadap sistem pencernaan.

Peningkatan dosis pemberian probiotik mengakibatkan peningkatan total bakteri dan total probiotik pada saluran pencernaan ikan uji. Peningkatan frekuensi pemberian probiotik juga mengakibatkan peningkatan jumlah total bakteri (kecuali pada perlakuan dosis 2%). Pada dosis yang sama, ikan uji yang diberikan dengan frekuensi pemberian tiga hari sekali menunjukkan jumlah probiotik yang lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan frekuensi pemberian setiap hari. Tingginya jumlah probiotik P22 dan L1k di saluran pencernaan pada perlakuan E diduga disebabkan oleh tingginya jumlah sel probiotik yang diberikan pada pakan dengan frekuensi

pemberian yang lebih tinggi. Organisme probiotik diketahui mampu bertahan pada saluran pencernaan apabila diberikan dalam jangka waktu yang lama, sehingga semakin lama waktu pemberian probiotik maka jumlah mikroorganisme dalam saluran pencernaan semakin meningkat (Cruz *et al.* 2012). Peningkatan jumlah total bakteri di saluran pencernaan akibat pemberian probiotik *Bacillus* sp. melalui pakan pada *Oreochromis niloticus* (Utami *et al.* 2015) juga pernah dilaporkan sebelumnya.

Respons imun

Suplementasi probiotik memberikan hasil imun yang lebih baik dibanding perlakuan kontrol. Kadar hemoglobin, hematokrit, aktivitas fagositosis dan aktivitas ledakan respiratori pada akhir pemeliharaan serta pascauji tantang menunjukkan bahwa perlakuan probiotik dengan frekuensi pemberian setiap hari menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan frekuensi pemberian tiga hari sekali. Peningkatan dosis probiotik mengakibatkan peningkatan kadar hemoglobin, aktivitas fagositosis dan aktivitas ledakan respiratori, namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan kadar hematokrit. Pemberian probiotik selama masa pemeliharaan diduga berpengaruh terhadap peningkatan beberapa parameter tersebut. Meningkatnya kadar hematokrit mengindikasikan bahwa probiotik yang digunakan efektif dalam meningkatkan status kesehatan ikan (Aly *et al.* 2008). Bakteri probiotik dapat memberikan efek imunostimulan melalui interaksi dengan *Gut associated Lymphoid Tissue* (GALT) sehingga mampu menstimulasi sistem imun (El-Bouhy *et al.* 2013). Pascauji tantang terjadi fluktuasi nilai hematokrit, hemoglobin, aktivitas fagositosis, dan aktivitas ledakan respiratori. Penurunan kadar hematokrit dan hemoglobin pascauji tantang diduga berhubungan dengan

masa inkubasi *A. hydrophila* dan terkait adanya infeksi oleh bakteri tersebut. Penurunan dua parameter ini pascauji tantang menandakan adanya penurunan produksi sel darah merah oleh ginjal (Utami *et al.* 2015) dan lisis pada sel darah merah akibat eksotosin maupun endotoksin yang dihasilkan oleh *A. hydrophila* (Hardi *et al.* 2014).

Meningkatnya aktivitas fagositosis dan ledakan respiratori pascauji tantang mengindikasikan adanya peningkatan respons imun pada ikan uji. Menurut Aly *et al.* (2008), meningkatnya aktivitas ledakan respiratori menandakan adanya peningkatan respons imun non spesifik. Balcazar *et al.* (2007) menyatakan bahwa aktivitas fagositosis merupakan perlawanan awal sebagai respons inflamasi sebelum produksi antibodi, hal tersebut diperantarai oleh sel fagosit seperti neutrofil, monosit, dan makrofag. Fagosit merupakan mekanisme pertahanan yang paling penting terkait dengan produksi *reactive oxygen species* (ROS). Proses tersebut akan mereduksi O_2 menjadi O_2^- yang akan menghasilkan enzim katalis dari berbagai produk reaktif oksigen termasuk H_2O_2 , OH, *hypochlorous acid*, dan *peroxynitrite* yang berperan sebagai efek antimikroba. Hasil penelitian Biller-Takahasi *et al.* (2013) menunjukkan bahwa aktivitas ledakan respiratori meningkat setelah injeksi *A. hydrophila* pada *Piaractus mesopotamicus*.

Peningkatan dosis dan frekuensi pemberian probiotik pada pakan memberikan pengaruh terhadap penurunan total *A. hydrophila* pada organ target. Semakin tinggi frekuensi pemberian probiotik maka semakin cepat penurunan total *A. hydrophila* pada organ target. Hari ke-56 menunjukkan bahwa seluruh perlakuan probiotik dengan frekuensi pemberian setiap hari dapat menurunkan total *A. hydrophila* hingga $<2,00 \pm 0,00 \log CFU g^{-1}$. Penurunan total *A. hydrophila* di organ target mengindikasikan adanya upaya perla-

wanan sistem imun pada ikan terhadap pertumbuhan *A. hydrophila* oleh *B. cereus* P22 dan *S. lentus* L1k. *B. cereus* diketahui mampu mengurangi patogenitas dan pertumbuhan *A. hydrophila* (Lalloo *et al.* 2010). Probiotik diketahui memiliki efek antimikroba dengan memodifikasi mikrobiota usus, mensekresi zat antibakteri (bakteriosin dan asam organik) (Cruz *et al.* 2012), berinteraksi dengan sel fagosit dan NK sel dalam meningkatkan respons imun (El-Bouhy *et al.* 2013).

Laju sintasan pascauji tantang

Pemberian pakan yang mengandung probiotik mampu meningkatkan jumlah total bakteri serta total P22 dan L1k pada saluran pencernaan sehingga dapat menekan infeksi *A. hydrophila* dan mampu meningkatkan sintasan ikan lele. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Nayak (2010) bahwa probiotik mampu menempel di jaringan limfoid usus sehingga mempercepat rangsangan pada makrofag untuk mengetahui keberadaan antigen. Sya'bani *et al.* (2015) menyatakan bahwa pemberian probiotik *Bacillus* sp. dan *Staphylococcus* sp. pada media budi daya diketahui mampu meningkatkan sintasan ikan lele (*Clarias gariepinus*) yang diinfeksi *A. hydrophila*. Hasil penelitian Khalwan *et al.* (2012) menunjukkan bahwa suplementasi probiotik *Bacillus* sp. dapat menurunkan persentase jumlah kematian pada ikan gurami (*Osphronemus goramy*) yang diinfeksi *A. hydrophila*. Utami *et al.* (2015) menyatakan bahwa suplementasi probiotik mikrokapsul diketahui efektif mengendalikan streptococcosis pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan laju sintasan yang lebih tinggi setelah uji tantang.

Kualitas air

Hasil pengukuran suhu, oksigen terlarut, pH, dan amoniak selama masa pemeliharaan menunjukkan bahwa kualitas air pada media pemeliharaan

masih berada pada kisaran normal. Menurut Boyd (1990), nilai kualitas air yang layak untuk ikan air tawar meliputi suhu 24-30°C, pH 6,5-9,5 dan amoniak <0,52 mg L⁻¹.

Simpulan

Suplementasi mikrokapsul probiotik *B. cereus* P22 dan *S. lentus* L1k pada pakan dengan dosis 2% yang diberikan setiap hari menunjukkan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan laju pertumbuhan, respons imun, dan resistensi ikan lele terhadap *A. hydrophila*.

Persantunan

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar Bogor (BPPBAT) atas sarana prasarana yang mendukung selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada semua tim yang telah membantu selama penulis melakukan penelitian.

Daftar pustaka

- Aly SM, Ahmed YA, Abdel-Aziz A. 2008. Studies on *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus acidophilus*, as potential probiotics, on the immune response and resistance of tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) to challenge infections. *Fish and Shellfish Immunology*, 25(1-2): 128-136.
- Anderson DP, Siwicki AK. 1995. Basic hematology and serology for fish health programs. Proceeding of the second symposium on disease in Asian Aquaculture, October 25-29. 1993, Phuket, Thailand. pp. 185-202.
- Bagheri T, Hedayati SA, Yavari V, Alizade M, Farzanfar A. 2008. Growth, survival and gut microbial load of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) fry given diet supplemented with probiotic during the two months of first feeding. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8(1): 43-48.
- Balcazar JL, Blas ID, Ruiz-Zarzuela I, Vandrell D, Girones O, Muzquiz JL. 2007. Enhancement of the immuneresponse and protection induced by probiotic lactic acid bacteria

- against furunculosis in rainbowtrout (*Oncorhynchus mykiss*). *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 51(1): 185-193.
- Biller-Takahasi JD, Takahashi LS, Saita MV, Gimbo RY, Urbinati EC. 2013. Leukocytes respiratory burst activity as indicator of innate immunity of pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Brazilian Journal of Biology*, 73(2): 425-429.
- Boyd, CE. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. 2nd Ed. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Auburn, AL, USA. 482 p.
- Cruz PM, Ibanez L, Hermosillo OAM, Saad HC. 2012. Use of probiotics in aquaculture. *International Scholarly Research Network*, (1): 1-14.
- Effendie MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta. 163 hlm.
- El-Bouhy ZM, El-Nobi GA, Hassanin ME, El-Hady MA. 2013. Effects of dietary application of two antagonistic gut-isolated *Bacillus* species on the immune response of *Oreochromis niloticus* to *Aeromonas hydrophila* infection. *Zagazig Veterinary Journal*, 41(2): 31-39.
- Giri SS, Sukumaran V, Oviya M. 2013. Potential probiotic *Lactobacillus plantarum* VSG3 improves the growth, immunity, and disease resistance of tropical freshwater fish, *Labeo rohita*. *Fish and Shellfish Immunology*. 34(2): 660-666.
- Hardi EH, Pebrianto CA, Hidayanti T, Handayani, R. T. 2014. Infeksi *Aeromonas hydrophila* melalui jalur yang berbeda pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Loa Kulu Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 8(2): 130-133.
- Jafari SM, Assadpoor E, He Y, Bhandari B. 2008. Encapsulation efficiency of food flavours and oils during spray drying. *Drying Technology*, 26(7): 816-835.
- Janda J M, Abbott SL. 2010. Genus *Aeromonas*: taxonomy, pathogenicity and infection. *Clinical Microbiology Reviews*, 23(1):35-73.
- Jyothi NVN, Prasanna PM, Suhas NS, Prabha KS, Ramaiah PS, Srawan GY. 2010. Micro-encapsulation technique, factors influencing encapsulation efficiency. review. *Journal of Microencapsulation*, 27(3): 187-197.
- Khalwan, Irianto A, Rachmawati FN. 2012. Pengaruh suplementasi *Bacillus* sp. melalui perifiton terhadap jumlah total mikroba intestinal dan gambaran darah ikan gurami (*Osphronemus gouramy*). *Bioteknologi*, 9(2): 35-40.
- Laloo R, Moonsamy G, Ramchuran S, Gorgens J, Gardinel N. 2010. Competitive exclusion as a mode of action of a novel *Bacillus cereus* aquaculture biological agent. *Journal compilation*, 50(2010): 563-570.
- Munaeni W, Yuhana M, Widanarni. 2014. Effect of micro-encapsulated synbiotic at different frequencies for luminous vibriosis control in white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, 8(2): 73-80.
- Nayak SK. 2010. Probiotics and immunity: A fish perspective. *Fish and Shellfish Immunology*, 29(1): 2-14.
- Rahmawati FF. 2015. Suplementasi mikrokapsul probiotik melalui pakan sebagai pencegah infeksi streptococcosis pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. 43 p.
- Sya'bani N, Yustiati A, Rustikawati I, Lusiastuti A. 2015. Frekuensi penambahan probiotik *Bacillus* sp. Dan *Staphylococcus* sp. Pada media pemeliharaan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) untuk ketahanan terhadap *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 6(2): 130-140.
- Utami DAS, Widanarni, Suprayudi MA. 2015. Administration of microencapsulated probiotic at different doses to control streptococcosis in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Microbiologi Indonesia*, 9(1):17-24.
- Weinbreck F, Bodnar I, Marco ML. 2010. Can encapsulation lengthen the shelf-life of probiotic bacteria in dry products?. *International Journal of Food Microbiology*, 136(3): 364-367.
- Welker TL, Lim C. 2011. Use of probiotics in diets of tilapia. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 31(14): 2-8.
- Zubaidah A, Yuhana M, Widanarni. 2014. Encapsulated synbiotic dietary supplementation at different dosages to prevent vibriosis in white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Hayati Journal of Biosciences*, 22(4): 163-168.
- Zonneveld N, Huisman EA, Boon JH. 1991. *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 318 hlm.

Karakteristik reproduksi ikan sidat *Anguilla bicolor* McClelland, 1844 yang diinduksi GnRH-analog

[Reproductive characteristic of *Anguilla bicolor* McClelland, 1844 which induced by administration of GnRh – Analog]

Farida Nur Rachmawati^{1✉}, Untung Susilo¹, Muslih²

¹ Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman

² Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Jenderal Soedirman
Jln dr. Soeparno No. 63 Purwokerto 53122

Diterima: 5 Oktober 2016; Disetujui: 4 April 2017

Abstrak

Ikan sidat *Anguilla bicolor* McClelland sulit matang gonad dalam kondisi budi daya, karena rendahnya kadar gonadotropin pituitari. Oleh karena itu untuk memacu pematangan gonad ikan sidat dalam kondisi budi daya perlu ditambahkan gonadotropin secara eksogen. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh induksi GnRH-analog terhadap pematangan gonad ikan sidat berdasarkan perubahan nilai indeks mata, indeks kematangan gonad (IKG), dan kadar estradiol. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan dan delapan ulangan. Perlakuan percobaan terdiri atas induksi hormon GnRH-analog dengan dosis 0,0; 0,5 dan 1,0 ml kg⁻¹ bobot badan. Ikan sidat dengan rata-rata ukuran panjang 67 cm dan rata-rata bobot 500 g sebanyak 18 ekor yang telah diinduksi dengan berbagai dosis GnRH analog (0, 0,5 dan 1 ml kg⁻¹ bobot badan) dipelihara dalam akuarium fiberglass selama dua bulan. Pakan berupa ikan rucah diberikan satu kali sehari pada pukul 16.00 secara *ad libitum*. Variabel yang diamati adalah indeks mata, IKG, dan kadar estradiol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa induksi hormon GnRH-analog tidak berpengaruh terhadap peningkatan nilai indeks mata, nilai IKG ($p > 0,05$), dan kadar estradiol ikan sidat ($p < 0,05$). Induksi hormon GnRH-analog dengan dosis 0,5 dan 1 ml kg⁻¹ bobot badan tidak efektif memacu pematangan gonad ikan sidat.

Kata penting: estradiol, GnRH-analog, indeks kematangan gonad, indeks mata, sidat

Abstract

Eel, *Anguilla bicolor* McClelland was hard to mature in captivity, due to low levels of pituitary gonadotropin. In order to stimulate gonadal maturation in captivity, exogenous gonadotropin is needed. The purpose of this study was to assess the effect of GnRH-analog induction on gonadal maturation of tropical eel based on the value of the eye index, gonadosomatic index, and estradiol levels. The study was carried out experimentally with a completely randomized design with three treatments and eight replications. The treatments were the induction of hormone GnRH-analogues with doses of 0.0; 0.5 and 1.0 ml kg⁻¹ body weight. Eel with an average total length of 67 cm and an average weight of 500 g were injected with different doses of GnRH-analog (0.0; 0.5 and 1.0 ml kg⁻¹ body weight), kept in the fiberglass aquarium for two months. The eels were fed with discard fish daily in *ad libitum* at 16.00 pm. The observed variables were eye index, Gonadosomatic Index (GSI), and estradiol levels. The results showed that injection of three different doses of GnRH-analog did not affect on the increasing of GSI, eye index ($P > 0.05$), and estradiol ($P < 0.05$). Induction of GnRH-analog of 0.0; 0.5 and 1.0 ml kg⁻¹ body weight can not stimulate the gonadal maturity of tropical eel.

Keyword : GnRH-analog, estradiol, eye index, gonadosomatic index, eel, *Anguilla bicolor*.

Pendahuluan

Ikan sidat merupakan ikan katadrom. Pada fase pertumbuhan (*yellow eel*) ikan hidup di perairan tawar. Setelah mencapai pubertas (*silver eel*) ikan sidat akan beruaya ke perairan laut untuk memijah (Geffroy *et al.* 2012, Nowosad *et al.* 2014). Fase pubertas pada masing-masing jenis

kelamin berbeda antara individu jantan dan betina. Ikan jantan mencapai pubertas pada ukuran panjang tubuh > 43,7 cm, sedangkan ikan betina mencapai pubertas pada ukuran panjang tubuh > 57,5 cm (Sudo *et al.* 2013). Setelah memijah ikan sidat akan mati karena ikan sidat termasuk kedalam kelompok hewan *semelparous* (Moyes & Schulte 2008).

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: farida.rachmawati@unsoed.ac.id

Sampai saat ini budi daya ikan sidat *Anguilla bicolor* McClelland masih terfokus pada usaha pembesaran, sehingga kebutuhan benih selalu dipasok dari alam. Pada umumnya ikan sidat yang dibudidayakan berukuran panjang tubuh mulai dari ukuran 20 cm hingga 50 cm. Menurut Kasimoglu (2014), umur 3 tahun ikan sidat berukuran panjang ± 23 cm, umur 4 tahun panjang ± 27 cm, umur 5 tahun panjang ± 35 cm, umur 6 tahun panjang ± 45 cm, dan pada umur 7 tahun panjang mencapai 50 cm.

Ikan sidat sulit matang gonad dalam kondisi budi daya sehingga pemijahan secara buatan sulit dilakukan (Denusta *et al.* 2014). Berbagai penelitian telah dilakukan dalam upaya untuk memacu pematangan gonad ikan sidat dengan cara memanipulasi faktor lingkungan yang berupa salinitas, temperatur, dan induksi hormon, namun demikian kematangan gonad tahap akhir sangat bergantung pada kadar hormon steroid (Sabet *et al.* 2009, Nowosad *et al.* 2014). Hormon steroid mempunyai peran yang sangat penting pada proses fisiologi vertebrata, khususnya reproduksi (Zohar *et al.* 2001).

Penelitian yang dilakukan pada ikan sidat subtropis *A. japonica* dan *A. anguilla* menunjukkan bahwa pemberian gonadotropin berpengaruh terhadap perkembangan gonad (Jung Kim *et al.* 2007, Palstra *et al.* 2005). Induksi hormon ekso-gen menjadi faktor yang sangat penting untuk memacu pematangan gonad ikan sidat. Induksi hormon bertujuan untuk meningkatkan kadar hormon endogen sehingga akan memengaruhi aktivitas gonad. Beberapa hormon yang telah digunakan pada studi terdahulu pada ikan sidat sub tropis antara lain, *Salmon Pituitary Extract*, 20 β -dyhidroxi-4-pregnen-3-one pada *A. japonica* (Kagawa *et al.* 2005), *A. australis* (Palstra *et al.* 2005, Burgerhout *et al.* 2011), HCG (*Human Chorionic Gonadotropin*) pada *A. japonica* (Ohta

& Tanaka 1997), *A. anguilla* (Gallego *et al.* 2012), ekstrak pituitari ikan mas (Rovara 2008), PMSG, antidopamin dan estradiol- 17 β (Tomaso *et al.* 2015) pada *A. bicolor*.

Peningkatan kematangan gonad ikan sidat dapat diamati dari perubahan nilai indeks kematangan gonad (IKG), indeks mata, indeks sirip, kadar hormon steroid (Nowosad *et al.* 2014), diameter telur, fekunditas dan kualitas spermatozoa. Nilai IKG *A. bicolor* yang diinduksi ekstrak hipofisis dengan dosis 0,5 yang diberikan setiap minggu selama 10 minggu sebesar 3,37% (Rovara *et al.* 2008). Nilai IKG ikan sidat betina yang belum matang gonad sebelum beruaya berkisar antara 1-4%, sedangkan pada umumnya nilai IKG ikan sidat matang gonad yang sudah beruaya mencapai 40% (Tsukamoto *et al.* 2011).

Keberhasilan induksi hormon sangat bergantung kepada respons hormonal dan kinerja reproduksi ikan, yang bervariasi bergantung kepada titer hormon endogen. Kinerja reproduksi ikan sangat dipengaruhi oleh aktivitas kelenjar endokrin yang mensintesis dan mensekresi hormon. Kelenjar pensekresi hormon yang terlibat dalam reproduksi meliputi hipotalamus (otak), pituitari, dan gonad. Stimulus dari faktor lingkungan akan memicu hipotalamus mensintesis dan mensekresi hormon pelepas gonadotropin (GnRH) (Kagawa *et al.* 2005). GnRH selanjutnya memengaruhi pituitari untuk mensintesis dan melepas hormon gonadotropin yang diperlukan untuk steroidogenesis dan perkembangan gonad (Yamaguchi *et al.* 2006). Gonad pada akhirnya akan memberikan umpan balik kepada pituitari untuk mengontrol sintesis dan pelepasan hormon gonadotropin (Yaron *et al.* 2003). Diantara steroid yang disekresi gonad yang terlibat dalam umpan balik positif dan negatif pada pituitari adalah estradiol-17 β (E2), testoteron (T), dan 11-ketotestoteron (11-KT) (Yamaguchi *et al.* 2006).

Gonadotropin hormone (GtH), yaitu *folicle stimulating hormone* (FSH) dan *luteinizing hormone* (LH) mempunyai peran yang sangat penting dalam mengatur proses reproduksi pada Vertebrata melalui aksi poros otak - pituitari –gonad (Yamaguchi *et al.* 2006, Oliveira *et al.* 2014, Rousseau *et al.* 2014). Pada Teleostei, hipotalamus mengatur sekresi GtH melalui berbagai neuromediator seperti *Gonadotropin Releasing Hormone* (GnRH) dan neurotransmitter (dopamin, norepinephrin, dan serotonin). Pada ikan, GtH bekerja pada gonad untuk merangsang produksi hormon-hormon steroid, yang selanjutnya akan mengatur sintesis vitelogenin, perkembangan gonad, kematangan gonad tahap akhir dan aktivitas reproduksi lainnya (Levavi-Sivan *et al.* 2010).

GnRH-analog merupakan hormon steroid yang mengandung ekstrak hipofisis ikan salmon dan antidopamin. Ekstrak salmon pituitari merupakan hormon yang digunakan untuk memacu pematangan gonad betina, sedangkan *Human Chorionic Gonadotropin* (HCG) digunakan untuk ikan jantan (Kazeto *et al.* 2011). Penggunaan GnRH-analog untuk induksi ikan sidat *A. bicolor* belum pernah dilakukan, dengan demikian menarik untuk dikaji bagaimana pengaruh induksi GnRH-analog terhadap kinerja reproduksinya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh induksi GnRH-analog terhadap pematangan gonad ikan sidat dilihat dari perubahan nilai indeks mata, IKG, dan kadar estradiol.

Bahan dan metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli hingga Oktober 2014. Obyek penelitian adalah ikan sidat *Anguilla bicolor* McClelland dengan ukuran panjang tubuh rata-rata 67 cm (fase *silver eel*). Ikan uji diperoleh dari nelayan pengepul ikan sidat di sekitar Sungai Serayu, Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah. Bahan yang

digunakan meliputi pakan ikan (ikan rucah), hormon *GnRH-Analog* (Syndal, Vancouver Canada), kit hormon steroid Vidas Elisa kit 17 β -estradiol (REF 30 330 - BioMarieux, Inc. Perancis). Alat yang digunakan yaitu mikrosentrifuga, tabung sentrifuga, akuarium fiber, *freezer*, alat bedah, timbangan teknis, dan timbangan analitik.

Percobaan dilakukan dalam skala laboratorium, menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan dosis hormon *GnRH-Analog* (0, 0,5, dan 1 ml kg⁻¹ bobot badan (bb)), masing-masing perlakuan diulang sebanyak delapan kali. Ikan sidat terlebih dahulu diaklimasi selama satu minggu pada bak fiber berdiameter 125 cm dan tinggi 70 cm serta diisi air sebanyak 300 liter. Selama aklimasi ikan sidat diberi pakan ikan rucah secara *ad libitum*.

Setelah aklimasi ikan ditempatkan dalam akuarium fiber berukuran 100 x 100 x 130 cm³ sesuai dengan perlakuan yang dicobakan dengan padat penebaran 8 ekor. Ikan diberi pakan ikan rucah satu kali sehari yaitu pada pukul 16.00 sebanyak 3% dari biomassa ikan dan dipelihara selama delapan minggu. Penyuntikan hormon dilakukan secara intraperitoneal pada bagian abdomen ikan dengan menggunakan hormon *GnRH-Analog* (0, 0,5 dan 1 ml kg⁻¹ bb) setiap minggu sekali selama delapan minggu. Variabel yang diamati adalah indeks mata, indeks kematangan gonad (IKG), dan kadar estradiol.

Preparasi sampel darah untuk analisis hormon dilakukan di Laboratorium Fisiologi Hewan Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto. Pengukuran kadar estradiol dengan metode ELISA dilakukan di Laboratorium Medico, Purwokerto.

Pengukuran indeks mata dilakukan menggunakan penggaris dengan mengukur diameter orbital secara horisontal dan vertikal. Rumus perhitungan indeks mata mengacu pada Yokouchi *et al.* (2009):

Indeks mata : $\{(A + B)/4\}^2 \times \pi/TL \times 100$

Keterangan: A= diameter orbital horisontal (mm), B= diameter orbital vertikal (mm), TL= panjang tubuh total (mm)

Sebelum dilakukan pengambilan sampel darah, ikan sidat dibius terlebih dahulu menggunakan eugenol dengan dosis 50 ppm selama 30 menit (Rachmawati & Susilo 2009). Setelah pingsan, ditimbang bobotnya dan diukur panjangnya lalu diambil darahnya melalui pembuluh darah kaudal dengan menggunakan siring berukuran 1 ml. Darah yang diperoleh dimasukkan kedalam tabung mikro sentrifuga, kemudian darah dibiarkan membeku pada suhu ruang selama 30 menit. Selanjutnya darah disimpan selama ± 12 jam pada suhu 4°C, setelah itu disentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 3500 rpm untuk mendapatkan serum. Serum darah yang dihasilkan dimasukkan ke dalam tabung mikro sentrifuga dan disimpan pada suhu -20°C, selanjutnya digunakan untuk analisis kadar hormon estradiol dengan metode ELISA.

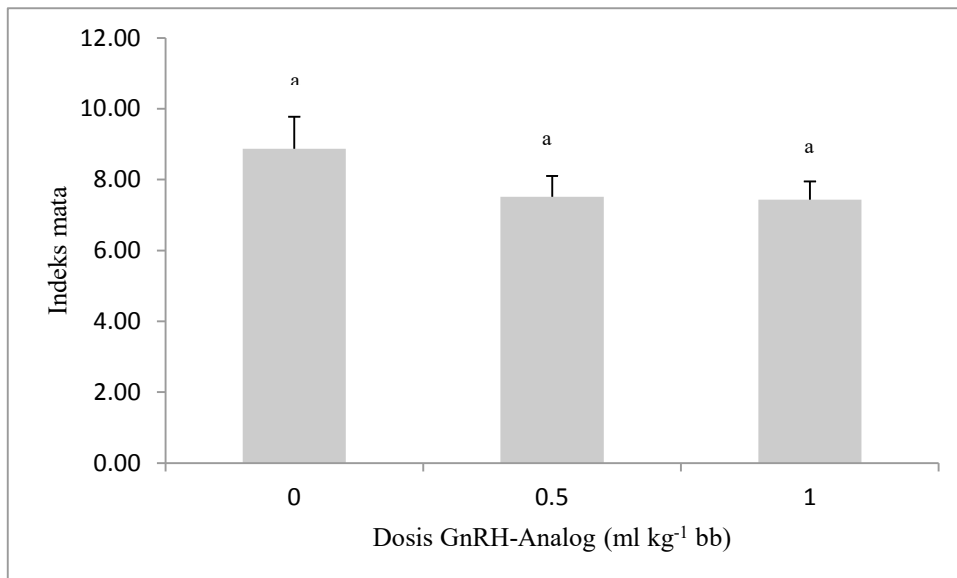
Ikan sidat yang telah diambil darahnya lalu dibedah untuk diisolasi gonadnya. Gonad ditimbang bobotnya untuk menghitung nilai IKG (Indeks Kematangan Gonad) (Kagawa 2005):

$$IKG = (\text{bobot gonad} / \text{bobot tubuh}) \times 100$$

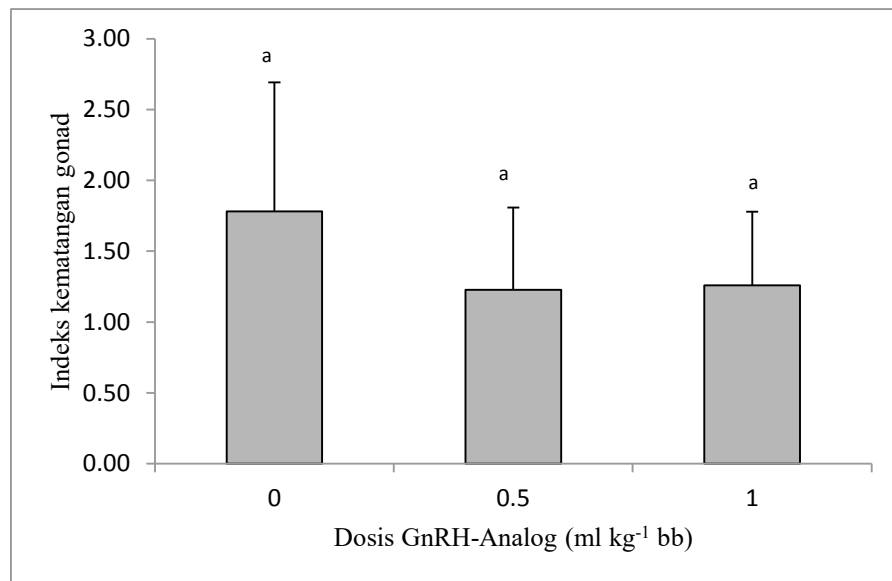
Data hasil penelitian yang berupa indeks mata, IKG, dan kadar estradiol diuji dengan analisis ragam (*Anova*), dengan tingkat kepercayaan 95% (Steel & Torrie 1981).

Hasil

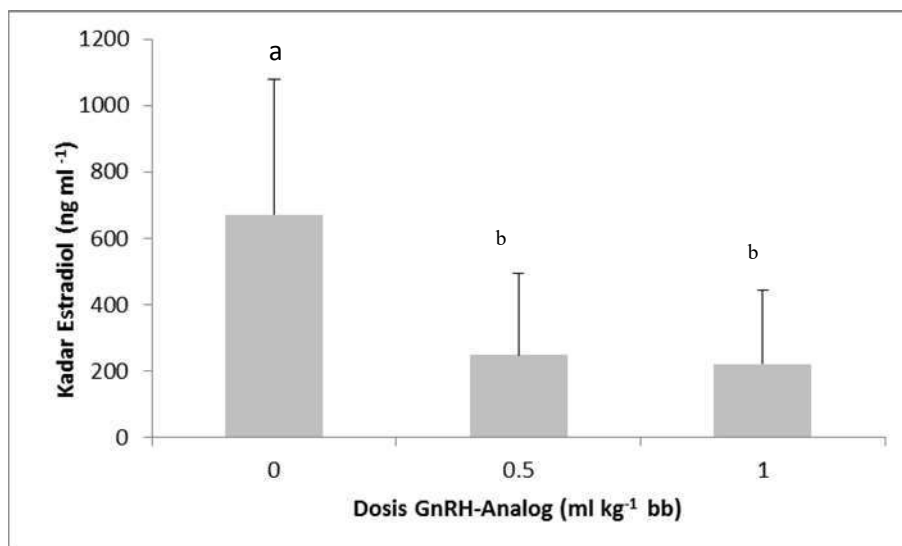
Berdasarkan hasil penelitian terhadap ikan sidat yang diinduksi GnRH-analog dengan dosis 0, 0,5 dan 1 ml kg⁻¹ bb, diperoleh nilai indeks mata rata-rata ikan masing-masing 8,7; 7,5; dan 7,4 (Gambar 1), nilai IKG rata-rata masing-masing perlakuan adalah 1,78%, 1,23%, dan 1,26% (Gambar 2), dan kadar estradiol berturut-turut adalah 0,67 ng ml⁻¹, 0,25 ng ml⁻¹, dan 0,22 ng ml⁻¹ (Gambar 3).



Gambar 1 Rata-rata nilai indeks mata *Anguilla bicolor* McClelland yang diinduksi dengan GnRH-Analog dosis 0, 0,5 dan 1 ml kg⁻¹ bb. Huruf yang sama di atas kolom menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)



Gambar 2 Rata-rata nilai indeks kematangan gonad *Anguilla bicolor* McClelland yang diinduksi dengan GnRH-Analog dosis 0, 0,5 dan 1 ml kg⁻¹ bb. Huruf yang sama di atas kolom menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)



Gambar 3 Rata-rata kadar estradiol *Anguilla bicolor* McClelland yang diinduksi dengan GnRH-Analog dosis 0, 0,5 dan 1 ml kg⁻¹ bb. Huruf yang berbeda di atas kolom menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan induksi GnRH-analog berpengaruh tidak nyata terhadap indeks mata dan IKG ($P > 0,05$) dan berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan kadar estradiol ($P < 0,05$). Induksi GnRH-analog dengan dosis 0,5 dan 1 ml kg⁻¹ bb belum efektif memacu kematangan gonad ikan.

Hal ini dapat dilihat dari nilai indeks mata dan IKG yang relatif sama pada setiap perlakuan (Gambar 1 dan 2). Sementara kadar estradiol pada perlakuan yang diinduksi GnRH-analog dengan dosis 0,5 dan 1 ml kg⁻¹ bb lebih rendah dibanding perlakuan kontrol (0 ml kg⁻¹ bb) (Gambar 3).

Pembahasan

Ikan sidat yang digunakan pada penelitian ini berada pada fase pubertas (*silver eel*). Namun, tidak seperti pada ikan umumnya, meskipun sudah memasuki fase pubertas, ikan sidat belum siap memijah karena untuk memijah ikan tersebut harus beruaya ke perairan laut. Selama beruaya, gonad ikan sidat akan mengalami pematangan sampai tercapai kematangan gonad tahap akhir dan siap untuk memijah (Van den Thillart & Dufour 2009). Dengan demikian induksi hormonal yang dilakukan pada ikan sidat hanya bertujuan memacu kematangan gonad tahap awal, karena secara alami di alam sidat butuh waktu yang cukup lama untuk mencapai kematangan gonad tahap awal bila tanpa manipulasi faktor lingkungan maupun hormonal (Nowosad *et al.* 2014).

Nilai indeks mata akan meningkat sejalan dengan peningkatan kematangan gonad, selain itu pada saat ikan sidat beruaya ke perairan laut indeks mata juga akan meningkat. Nilai rata-rata indeks mata pada masing-masing perlakuan adalah 8,87 (kontrol), 7,52 (induksi GnRH-analog 0,5 ml kg⁻¹ bb), dan 7,43 (induksi GnRH-analog 1 ml kg⁻¹ bb). Nilai indeks mata yang berkisar antara 7,52-8,87 menunjukkan bahwa ikan sidat yang digunakan dalam penelitian ini berada pada fase pubertas (*silver eel*). Menurut Beullens *et al.* (1997), nilai indeks mata >6,7 sudah mencapai fase pubertas. Meskipun pada penelitian ini ikan sidat sudah mencapai fase pubertas, namun belum mencapai matang gonad. Pematangan gonad akan berlangsung seiring dengan proses ruaya ke perairan laut (Van den Thillart & Dufour 2009). Nilai indeks mata pada *A. anguilla* yang sudah matang gonad sebesar 15,75 (Mordenti *et al.* 2012).

Nilai IKG ikan sidat pada masing-masing perlakuan relatif sama tidak berbeda nyata ($p>0,05$) masih di bawah 2%, sedangkan ikan

sidat fase silver di alam mempunyai nilai IKG 2,88% (Rachmawati & Susilo 2012). Hasil penelitian Rovara *et al.* (2008) yang menggunakan ekstrak hipofisis ikan mas dengan dosis ½, berhasil memacu kematangan gonad yang tecermin pada peningkatan nilai IKG hingga mencapai 3,37%.

Nilai indeks mata dan IKG antar perlakuan tidak berbeda nyata menunjukkan bahwa dosis GnRH-analog yang diberikan belum mampu memacu peningkatan kematangan gonad. Diduga dosis hormon yang diberikan tidak tepat melampaui batas optimum, karena pada umumnya pemberian GnRH-analog untuk ikan adalah 0,3 ml kg⁻¹ bb. Penelitian yang dilakukan pada ikan lele dumbo, induksi GnRH-analog dengan dosis 0,3 ml kg⁻¹ bb memberikan hasil yang lebih baik terhadap lama waktu pemijahan, daya tetas telur dan sintasan larva dibanding dengan dosis 0,6 dan 0,93 ml kg⁻¹ bb (Sinjal 2014).

Induksi hormon eksogen yang tinggi akan menjadi umpan balik negatif bagi sekresi GnRH endogen, sehingga sekresi hormon eksogen menjadi terhambat (Moyes & Schulte 2008). Kemampuan kelenjar hipofisis anterior untuk bereaksi terhadap pemberian hormon GnRH tidak selalu sama. Dosis yang tinggi akan menyebabkan terhentinya produksi gonadotropin, setelah terlebih dahulu mengalami periode perangsangan awal (*initial stimulation/flare-up effect*) (Suparman & Suparman 2016).

Pada ikan sidat betina, nilai IKG berkorelasi positif dengan titer hormon estradiol. Pada penelitian ini dapat dipastikan bahwa jenis kelamin ikan sidat yang digunakan merupakan ikan betina. Jenis kelamin ikan betina mudah dikenali dari bentuk morfologi gonad berupa lamela, sedangkan ikan sidat jantan mempunyai struktur gonad berupa lobulus.

Hasil pengukuran kadar estradiol rata-rata pada masing-masing perlakuan berturut-turut yaitu 0,67 ng ml⁻¹, (kontrol), 0,25 ng ml⁻¹ (induksi GnRH-analog 0,5ml kg⁻¹ bb) dan 0,22 ng ml⁻¹ (induksi GnRH-analog 1 ml kg⁻¹ bb). Kadar estradiol akan meningkat seiring dengan peningkatan kematangan gonad yang tercermin pada nilai IKG (Rachmawati & Susilo 2011). Estradiol berperan pada kematangan gonad dan merangsang sintesis vitelogenin di hati, sebagai prekursor yolk untuk menyokong pertumbuhan oosit (Kagawa *et al.* 1981, Matsubara *et al.* 2005, Levavi-Sivan *et al.* 2010, Kazeto *et al.* 2011).

Perlakuan induksi memberikan kadar estradiol yang lebih rendah dibanding perlakuan kontrol. Diduga frekuensi induksi setiap minggu sekali memacu kondisi stres bagi ikan sehingga berpengaruh terhadap kinerja reproduksinya. Hal ini dikarenakan pada penelitian ini tidak dilakukan pembiusan pada saat induksi, sehingga berdampak stress bagi ikan.

Dugaan adanya stres pada ikan sidat tercermin dari rendahnya kadar estradiol pada penelitian ini yaitu masing-masing 0,25 ng ml⁻¹ (induksi GnRH-analog 0,5ml kg⁻¹ bb) dan 0,22 ng ml⁻¹ (induksi GnRH-analog 1 ml kg⁻¹ bb) dibanding dengan kadar estradiol ikan sidat yang tidak diberi perlakuan induksi sebesar 0,67 ng ml⁻¹. Stres pada ikan dapat dipicu oleh aktivitas transportasi, penanganan ikan pada kondisi budi daya, dan faktor-faktor lingkungan. Perlakuan induksi merupakan salah satu faktor yang dapat memicu stres bagi ikan apabila tidak diikuti dengan pembiusan.

Induksi GnRH-analog dengan dosis 0, 0,5 dan 1 ml kg⁻¹ bb terhadap ikan sidat fase silver pada penelitian ini tidak berpengaruh terhadap peningkatan kematangan gonad. Hal ini diduga karena tingginya dosis hormon yang diberikan sehingga menjadi umpan balik negatif bagi se-

kresi hormone endogen (Moyes & Schulte 2008). Selain itu, perlakuan induksi yang tidak diikuti dengan pembiusan memicu stres pada ikan sidat.

Stres ikan pada perlakuan induksi dapat dikurangi dengan pemberian obat bius (Tomasoa *et al.* 2015, Zahri *et al.* 2015). Obat bius atau anastesi mampu menghambat kerja kortikosteroid sehingga sekresi kortisol sebagai respon stres pada hewan dihambat (Husen & Sarma 2014). Berdasarkan hasil penelitian ini maka disarankan untuk membius ikan sebelum diinduksi.

Simpulan

Induksi GnRH-Analog dengan dosis 0,5 dan 1 ml kg⁻¹ bb tidak berpengaruh terhadap peningkatan kematangan gonad ikan sidat *Anguilla bicolor* McClelland yang tercermin pada nilai indeks mata, indeks kematangan gonad, dan kadar estradiol yang masih rendah.

Persantunan

Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang mendanai penelitian ini dalam skim penelitian Hibah Bersaing tahun Anggaran 2014/2015.

Daftar pustaka

- Beullens K, Eding EH, Gilson P, Ollevier F, Komen J & Richter CJJ. 1997. Gonadal differentiation, intersexuality and sex ratios of European eel (*Anguilla anguilla* L) maintained in captivity. *Aquaculture*, 153(1-2): 135-150.
- Burgerhout E, Brittijn SA, Kurwie T, Decker P, Dirks RP, Palstra AP, Spaink HP, Van den Thillart GEEJM. 2011. First artificial hybrid of the eel species *Anguilla australis* and *Anguilla anguilla*. *BioMed Central Developmental Biology*, 11(16): 1-9.
- Gallego V, Mazzeo I, Vilchez MC, Penaranda DS, Carneiro PCF, Perez L, Asturiano JF. 2012. Study of the effects of thermal regime and alternative hormonal treatments on the reproductive performance of European eel

- males (*Anguilla anguilla*) during induced sexual maturation. *Aquaculture*, 354(1): 7-16.
- Geffroy B, Fostier A, Guiguen Y, Bardonnet A. 2012. Unusual cases of adult intersexuality in the European eel *Anguilla Anguilla*. *Sexual Development*, 6(6): 316-319.
- Denusta PJT, de Jesus-Ayson EGT, Laron MA, Garcia LMB. 2014. Effects of human chorionic gonadotropin (HCG) and handling stress on spermiation of silver perch *Leopotherapon plumbeus* (Kner, 1864). *Journal of Applied Ichthyology*, 30(3): 448-453.
- Husen MdA, Sharma S. 2014. Efficacy of anesthetics for reducing stress in fish during aquaculture practices - A Review. *Journal of Science, Engineering and Technology*, 10(1): 104-123
- Jung Kim D, Young Bae J, Oh Kim E. 2007. Changes in sex steroid hormones and ovarian development during artificial maturation of female eel, *Anguilla japonica*. *Integrative Biosciences*, 11(2): 117-124.
- Kagawa H, Takano K, Nagahama Y. 1981. Correlation of plasma estradiol-17 β and progesterone levels with ultrastructure and histochemistry of ovarian follicles in the white-spotted char, *Salvelinus leucomaenis*. *Cell and Tissue Research*, 218(2): 315-329.
- Kagawa H, Tanaka H, Ohta H, Unuma T, Nomura K. 2005. The first success of glass eel production in the world: Basic biology on fish reproduction advances new applied technology in aquaculture. *Fish Physiology and Biochemistry*, 31(2-3): 193-199.
- Kasimoglu C. 2014. The Effect of Fish Size, Age and condition factor on the contents of seven essential elements in *Anguilla anguilla* from Tersakan Stream Mugla (Turkey). *Journal of Pollution Effects & Control*, 2(2): 123-129.
- Kazeto Y, Tosaka R, Matsubara H, Ijiri S, Adachi S. 2011. Ovarian steroidogenesis and the role of sex steroid hormones on ovarian growth and maturation of the Japanese eel. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 127(3-5): 149-154.
- Levavi-Sivan B, Bogord J, Monanos EL, Gomes A, Laroyne JJ. 2010. Perspectives on fish gonadotropins and their receptors. *General and Comparative Endocrinology*, 165(3): 412-437.
- Matsubara H, Lokman PM, Kazeto Y, Adachi S, Yamauchi K. 2005. Serum steroid profiles in artificially maturing female Japanese eel, *Anguilla japonica*. *Aquaculture*, 243(1-4): 392-402.
- Mordenti O, Di Biase A, Sirri R, Modugno S, Tasselli A. 2012. Induction of sexual maturation in wild female European eels (*Anguilla anguilla*) in darkness and light. *The Israeli Journal of Aquaculture*, 64(1): 1-9.
- Moyes CD, Schulte PM. 2008. *Principles of Animal Physiology*, second edition. Pearson, Benjamin Cummings, San Francisco, Boston, New York. 754 p
- Nowosad J, Kucharczyk D, Czarkowski TK, Kwasek K. 2014. Changes in body weight and eye size in European eel kept in fresh and salt water. *Italian Journal of Animal Science*, 13(2): 382-386.
- Ohta H, Tanaka H. 1997. Relationship between serum levels of human chorionic gonadotropin (hCG) and 11-ketotestosterone after a single injection of hCG and induced maturity in the male Japanese eel, *Anguilla japonica*. *Aquaculture*, 153(1-2): 123-134.
- Oliveira AD, Levavi-Sivan B, Aizin J, Gonzalves J, Fernandez-Duran B, Coimbra J. 2014. Pituitary Follicle-stimulating hormone (FSH) and luteinizing hormone (LH) levels in maturing female flounder *Platichthys flesus* under hydrostatic pressure simulating vertical migrations. *Marine Biology Research*, 10(1): 85-92.
- Palstra AP, Cohen EGH, Niemantsverdriet PRW, van Ginneken VJT, van den Thillart GEEJM. 2005. Artificial maturation and reproduction of European silver eel : Development of oocytes during final maturation. *Aquaculture*, 249(1-4): 533-547.
- Rachmawati FN, Susilo U. 2009. Perkembangan gonad ikan sidat, *Anguilla bicolor* ditinjau dari titer hormon gonadotropin. *Sains Akuatik* 10(2): 148-154.
- Rachmawati FN, Susilo U. 2011. Profil hormon dan kinerja reproduksi ikan sidat, *Anguilla bicolor* McClelland. *Biota*, 16(2): 221-226.
- Rachmawati FN, Susilo U. 2012. Kajian histologi ovarium ikan sidat *Anguilla bicolor* McClelland yang tertangkap di Segara Anakan Cilacap. *Berkala Penelitian Hayati*, 18(1): 47-49.

- Rousseau K, Lafont AG, Pasquier J, Mauger G, Jolly C, Sebert ME, Aroua S, Pasqualini C, Dufour S. 2014. Advances in eel reproductive physiology and endocrinology. *In: Trischitta F, Takei Y, Sebert P (Editor). Eel Physiology*. CRC Press. Taylor & Francis Group, New York. pp. 1-42.
- Rovara O, Affandi R, Zairin Yunior M, Agungpriyono S, Toelihere MR. 2008. Pematangan gonad ikan sidat betina (*Anguilla bicolor bicolor*) melalui penyuntikan ekstrak hipofisasi. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 15(1): 69-76.
- Sabet S, Imanpoor S, Mohammad, Reza, Fatideh A, Bagher, Gorgin, Saeed. 2009. Study on sexual maturity and levels of gonad steroid hormones in female kutum *Rutilus frisii kutum* (Kamenskii, 1901) during spawning season from river Sefid-Rood of the southern Caspian Sea. *Journal of Cell and Animal Biology*, 3(11): 208-215.
- Sinjal H. 2014. Efektifitas ovaprim terhadap lama waktu pemijahan, daya tetas telur dan sintasan larva ikan lele dumbo, *Clarias gariepinus*. *Budidaya Perairan*, 2(1): 14-21
- Steel RGD, Torrie JH. 1981. *Principles and Procedures of Statistic a Biometrical Approach*, 2nd edition. Mc Graw Hill Book Company, Singapore. 672 p
- Sudo R, Fukuda N, Aoyama J, Tsukamoto K. 2013. Age and body size Of Japanese eels, *Anguilla japonica*, at the silver-stage in the Hamana Lake system, Japan. *Coastal Marine Science*, 36(1): 13-18.
- Suparman E, Suparman E. 2016. Peran GnRH agonis. *Jurnal Biomedik*, 8(1): 1-7
- Tomasoa AM, Sudrajat AO, Zairin Yunior M. 2015. Induksi pematangan gonad ikan sidat menggunakan PMSG, antidopamin, dan estradiol-17 β . *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 14(2): 112-121.
- Tsukamoto K, Chow S, Otake T, Kurogi H, Mochioka N, Miller M, Aoyama J, Kimura S, Watanabe S, Yoshinaga T, Shinoda A, Kuroki M, Oya M, Watanabe T, Hata K, Ijiri S, Kazeto Y, Nomura K, Tanaka & H. 2011. Oceanic spawning ecology of freshwater eels in the western North Pacific. *Nature Communications*, 2(179): 1-9.
- Van den Thillart G, Dufour S. 2009. How to estimate the reproductive succes of European silver eels. *In: Van den Thillart G, Rankin J, Dufour S (editor). Spawning Migration of the European Eel*. Springer, Netherland. pp. 3-9
- Yamaguchi S, Gen K, Okuzawa K, Matsuyama M, Kagawa H. 2006. Influence of estradiol-17 β , tetstosteron, and 11-ketotestosterone on testicular development, serum steroid hormone and gonadotropin secretion in male red sea bream *Pagrus major*. *Fisheries Science*, 72(4): 835-845.
- Yaron Z, Gur G, Melamed P, Rosenfeld H, Elizur A, Levavi-Sivan B. 2003. Regulation of fish gonadotropins. *International Review of Cytology*, 225(1): 131-185.
- Yokouchi K, Sudo R, Kaifu K, Aoyama J, Tsukamoto K. 2009. Biological characteristics of silver-phase Japanese eels, *Anguilla japonica*, Collected from Hamana Lake, Japan. *Coastal Marine Science*. 33 (1): 1-10.
- Zahri A, Sudrajat AO, Zairin Yunior M. 2015. Pertumbuhan gonad sidat *Anguilla bicolor bicolor* yang diinduksi kombinasi hormone HCG, MT, E2 dan antidopamin. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 14(1): 69-78.
- Zohar Y, Mylonas CC. 2001. Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormone to genes. *Aquaculture*, 197(1-4): 99-136.

Identifikasi ikan gabus, *Channa spp.* (Scopoli 1777) stok liar dan generasi I hasil domestikasi berdasarkan gen *Cytochrome C Oxidase Subunit I* (COI)

[Identification of wild stock and the first generation (F1) of domesticated snakehead fish, *Channa spp.* (Scopoli 1777) using partial *Cytochrome C Oxidase Subunit I* (COI) gene]

Irmawati^{1✉}, Joearnani Tresnati¹, Nadiarti¹, Liestiaty Fachruddin¹, Nur Rahmawaty Arma², Andi Haerul

¹ Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin,
Jln. Perintis Kemerdekaan Km 10, Makassar, 90245

² Program Studi Budidaya Perairan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkep,
Jln. Poros Makassar-Parepare Km 83 Mandalle, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, 90655

Diterima: 22 Oktober 2016; Disetujui: 11 April 2017

Abstrak

Populasi ikan gabus (famili Channidae) tersebar luas di wilayah perairan tawar Indonesia. Ikan gabus merupakan ikan asli di Sumatera, Jawa, dan Kalimantan) tetapi merupakan ikan introduksi di Sulawesi dan Papua. Identifikasi berdasarkan gen cytochrome c oxidase subunit I (COI) telah dilakukan terhadap ikan gabus dari perairan di Tasikmalaya, Ambarawa, Bali, Aceh, Pontianak dan Banjarmasin, tetapi ikan gabus dari perairan Sulawesi Selatan belum dilakukan. Tujuan penelitian adalah untuk mengidentifikasi species ikan gabus dari Danau Towuti Sorowako dan ikan gabus generasi I (F1) hasil domestikasi dari induk yang berasal dari perairan tawar Kabupaten Bantaeng Sulawesi Selatan menggunakan gen COI untuk *DNA barcoding*, dan untuk menganalisis filogeni ikan gabus tersebut. Sekuen gen COI ikan gabus tersebut disejajarkan dengan sekuen nukleotida ikan gabus yang terdeposit di GenBank. Pohon filogenetik dikonstruksi dengan menggunakan program MEGA 7.0.20. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nukleotida gen COI sampel ikan gabus dari Danau Towuti Sorowako memiliki kemiripan 99% dengan *Channa striata* nomor akses KU692418 dan KU692421 dan 98% dengan *Channa striata* nomor akses KU852443 sehingga dapat disimpulkan bahwa di Danau Towuti terdapat ikan gabus jenis *Channa striata*. Tingkat kemiripan sekuen nukleotida ikan gabus F1 dari perairan Kabupaten Bantaeng adalah 65% dengan ikan gabus *Channa pleurophthalma* (KJ937390) asal perairan Banjarmasin dan ikan gabus *Channa gachua* (KX389277). Berdasarkan hasil tersebut maka diduga bahwa ikan gabus dari Danau Towuti Sorowako berkerabat jauh dengan ikan gabus dari perairan Bantaeng, dan diperlukan analisis yang lebih lanjut untuk menentukan jenis populasi ikan gabus F1 asal perairan tawar Kabupaten Bantaeng tersebut.

Kata penting: filogenetik, gabus, *cytochrome c oxidase subunit I* (COI),

Abstract

The snakehead fish (Channidae) is widely distributed in inland water of Indonesia. This fish is native species in Sumatera, Java and Kalimantan, but non-native species in Sulawesi and Papua. Study on molecular identification and phylogeny of this fish using cytochrome c oxidase subunit I (COI) gene has only been conducted on snakehead fish origin from Tasikmalaya, Ambarawa, Bali, Aceh, Pontianak, and Banjarmasin waters, but none is available in South Sulawesi waters. The objectives of this research are to identify species of snakehead fish from Towuti Lake Sorowako and the first generation (F1) of domesticated snakehead fish from Bantaeng waters of South Sulawesi using COI gene for DNA barcoding, and to analyze the phylogenetic resolution of the fish. Partial sequences of the COI gene of the snakehead fish were aligned with sequences of snakehead fish deposited in GenBank. The phylogenetic tree was constructed using MEGA 7.0.20 program. The result indicated that COI gene nucleotides of snakehead fish from Towuti Lake Sorowako showed 99% homology with *Channa striata* acc no. KU692418 and KU692421, and showed 98% homology with those of acc no. KU852443. Therefore it can be conclude that *Channa striata* exist in Towuti Lake Sorowako. Nucleotide sequences of the first generation (F1) of domesticated snakehead fish from Bantaeng waters showed 65% homology with *Channa pleurophthalma* (acc no. KJ937390) origins from Banjarmasin waters and *Channa gachua* (acc no. KX389277). Based on this result, it assumed that snakehead fish from Towuti Lake Sorowako are distantly in gene to those from Bantaeng waters, and further analyses are required to identify the population of snakehead fish from Bantaeng waters.

Keywords: *Channa striata*, phylogenetic, *cytochrome c oxidase subunit I* (COI), snakehead fish

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: trif.ahwa@gmail.com

Pendahuluan

Ikan gabus, *snakehead fish*, yang dikenal sebagai spesies invasif, merupakan ikan dari famili Channidae. Famili Channidae terdiri dari dua genera, yaitu *Channa* dan *Parachanna*. Genus *Channa* terdiri dari 34 spesies dan merupakan ikan asli di wilayah Asia sedangkan genus *Parachanna* terdiri atas tiga spesies dan merupakan ikan asli di wilayah Afrika (Froese & Pauly 2016). Ikan gabus tersebar hampir di seluruh wilayah perairan umum daratan Indonesia. Ikan gabus di Indonesia merupakan ikan asli di wilayah perairan umum daratan di paparan Sunda (Sumatera, Jawa, dan Kalimantan) sedangkan ikan gabus yang terdapat di wilayah perairan umum daratan Wallacea (Sulawesi, Sunda Kecil, Maluku) dan Paparan Sahul (Papua) merupakan ikan introduksi.

Ikan gabus telah banyak dieksploitasi karena diketahui memiliki potensi farmaseutika (Mat Jais *et al.* 1997; Michelle *et al.* 2004). Ikan gabus juga kaya akan albumin, asam lemak, asam amino, dan mineral (Mustafa *et al.* 2012). Kandungan gelatin dan kolagen pada bagian kulit dan tulang menyebabkan ikan gabus di Indonesia banyak dieksploitasi untuk kebutuhan industri.

Keanekaragaman jenis ikan gabus cukup tinggi di Indonesia. Muchlisin *et al.* (2013) mengidentifikasi dua jenis ikan gabus di Danau Laut Tawar Aceh, yaitu ikan gabus jenis *Channa gachua* dan *Channa striata*. Lebih jauh Serrao *et al.* (2014) melaporkan bahwa ikan gabus yang tersebar di perairan tawar Indonesia adalah ikan gabus dari jenis *C. bankanensis*, *C. cyanospilos*, *C. gachua*, *C. maruloides*, *C. melanoptera*, *C. melasoma*, *C. micropeltes*, *C. lucius*, *C. striata* dan *Channa pleurophthalma*. Dahrudin *et al.* (2017) melaporkan bahwa ikan gabus *Channa striata* teridentifikasi di Danau Rawa Pening Jawa Tengah, Cigede Tasikmalaya, dan Tukad

Unda Bali serta ikan gabus jenis *Channa pleurophthalma* terdapat di Banjarmasin Kalimantan Selatan. Genus *Channa* yang berbeda jenis tersebut memiliki toleransi ekologi yang berbeda dan kemampuan menginvasi dari setiap spesies juga berbeda (Herborg *et al.* 2007). Meskipun ikan gabus bukan merupakan ikan asli di Sulawesi Selatan, akan tetapi ikan tersebut ditemukan hampir di seluruh perairan umum daratan Sulawesi Selatan. Ikan gabus ditemukan di Danau Tempe, Danau Sidenreng, Danau Towuti, Danau Matano, dan sungai-sungai serta kanal-kanal di area persawahan. Status taksonomi ikan gabus pada level spesies dari genus *Channa* di Sulawesi Selatan belum jelas sehingga menarik untuk dikaji.

Identifikasi dan karakterisasi ikan gabus merupakan hal yang sangat penting. Selain terkait dengan kemampuan adaptasi dan invasi yang berbeda (bergantung kepada spesies/jenis), juga terkait dengan budi daya dan pengelolaan serta konservasi ikan gabus di habitat aslinya. Saat ini, informasi tentang identifikasi, karakterisasi, dan distribusi ikan gabus di Indonesia masih sangat terbatas, dan khusus di wilayah perairan umum daratan Sulawesi Selatan belum tersedia.

DNA *barcoding* berdasarkan parsial sekuen gen COI adalah salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengidentifikasi spesies ikan (Hebert *et al.* 2003a; Lakra *et al.* 2009). DNA *barcoding* menggunakan sekitar 650 pasang basa dari segmen gen *cytochrome c oxidase subunit I* (COI) mitokondria sebagai marka/penanda (Hebert *et al.* 2003b). Gen COI adalah satu dari dua gen yang mengkode protein yang ditemukan di semua eukariot. COI memiliki laju mutasi asam amino yang sangat rendah (Lynch & Jerrell 1993) dengan sekuen DNA yang terkonservasi tinggi di dalam spesies yang sama (Lambert *et al.* 2005). Berdasarkan karakter tersebut, gen COI cukup efisien dan akurat digunakan dalam meng-

identifikasi spesies eukariot (Ma *et al.* 2012, Hebert *et al.* 2003a)

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini dirancang dengan tujuan untuk mengidentifikasi sampel ikan gabus yang berasal dari Danau Towuti dan benih ikan gabus generasi I (F1) dari induk alam perairan tawar di Desa Rappoa Kabupaten Bantaeng menggunakan metode DNA *barcoding*. Hasil penelitian diharapkan bermanfaat bagi studi ikan gabus selanjutnya terutama dalam hal pengelolaan sumber daya ikan gabus dan pengembangan budi daya ikan gabus.

Bahan dan metode

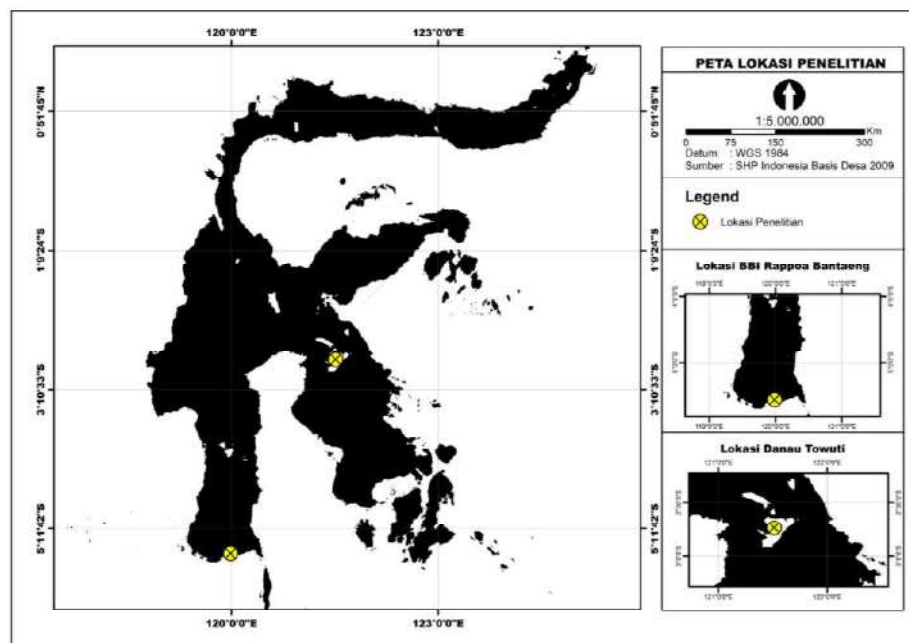
Sampel ikan gabus

Sampel ikan gabus masing-masing sebanyak dua ekor merupakan ikan hasil tangkapan dari Danau Towuti dan generasi I (F1) hasil domesti-

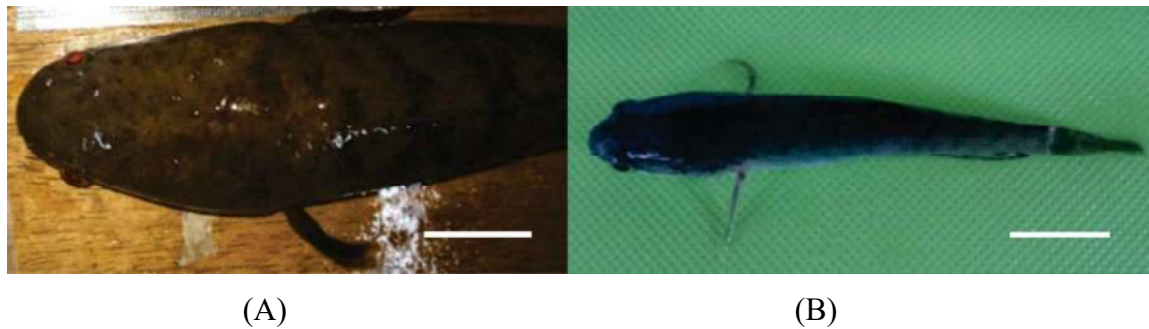
kasi dari induk yang berasal dari perairan tawar di Desa Rappoa Kabupaten Bantaeng (Gambar 1). Sampel ikan gabus dari Danau Towuti diambil pada bulan Juni 2016 dengan menggunakan alat tangkap pancing. Benih ikan gabus F1 berasal dari sepasang induk yang memijah pada bulan Mei 2016 di Balai Benih Ikan (BBI) Rappoa Kabupaten Bantaeng. Sampel insang dan otot dari dua ekor ikan gabus di masing-masing stasiun diawetkan dengan menggunakan *Ethanol absolut* (Gambar 2).

Ekstraksi DNA

Ekstraksi DNA dilakukan terhadap sampel ikan asal organ sirip pektoral yang dipreservasi dalam ethanol 70%. Ekstraksi dilakukan menggunakan DNeasy mini KIT (Qiagen) dengan prosedur mengacu pada manual.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel. Sampel ikan gabus pada penelitian ini merupakan sampel hasil tangkapan di Danau Towuti dan benih ikan gabus hasil domestikasi dari induk yang berasal dari perairan tawar Kabupaten Bantaeng



Gambar 2. Sampel ikan gabus yang digunakan dalam penelitian. Ikan gabus yang tertangkap di Danau Towuti (A). Ikan gabus generasi I (F1) hasil hibridisasi induk dari perairan tawar Kabupaten Bantaeng (B). Skala bar: 1 cm

Amplifikasi

Gen COI ikan gabus diamplifikasi menggunakan pasangan primer universal Fish F1: 5'-TCA ACC AAC CAC AAA GAC ATT GGC AC- 3' dan Fish R1: 5'- TAG ACT TCT GGG TGG CCA AAG AAT CA -3'. Target segmen DNA dari gen COI dengan menggunakan pasangan primer tersebut adalah sekitar 650 pasang basa (bp). Reaksi PCR untuk 25 μ L terdiri dari 1 μ L masing-masing primer, 12,5 μ L KAPA *hot start ready mix* (berisi: DNA *polymerase*, 10 mM dNTPs, 25 mM $MgCl_2$, dan 2X *buffer*), 5,5 μ L *nuclease free water* (air bebas enzim *nuclease*) dan 5 μ L sampel DNA sebagai cetakan. Proses amplifikasi (penggandaan) DNA di dalam mesin PCR meliputi: predenaturasi (pemisahan untai ganda DNA) pada 94°C selama 5 menit; 40 siklus pada 94°C selama 30 detik untuk proses denaturasi, 52°C selama 30 detik untuk proses *annealing* (penempelan primer), 72°C selama 30 detik untuk proses *extension* (polimerisasi primer). Proses tersebut diakhiri dengan proses *post-extension* pada suhu 72°C selama 7 menit dan disimpan pada suhu 4°C.

Visualisasi pita DNA

Produk PCR selanjutnya dijalankan dalam elektroforesis agarose 1,8% dalam buffer TAE dengan menggunakan *ethidium bromide* sebagai pewarna DNA. Elektroforesis dijalankan meng-

gunakan tegangan 100 V selama 45 menit. Produk PCR hasil elektroforesis selanjutnya divisualisasi menggunakan sinar ultraviolet dalam alat GelDoc (BioRad).

Perunutan nukleotida (*sequencing*)

Sekuensing dilakukan di 1st BASE Malaysia dengan menggunakan BigDye® Terminator ver. 3.1 cycle sequencing KIT dan mesin otomatis HiSeq-X sequencing. Primer yang digunakan untuk proses sekuensing adalah sama dengan primer yang digunakan untuk proses amplifikasi PCR.

Analisis data

Sekuen parsial gen COI mitokondria hasil sekuensing dianalisis menggunakan program BioEdit, ClustalW, MEGA, *Molecular Evolutionary Genetics Analysis*, ver. 7.0.20 (Tamura *et al.* 2013) dan program BLASTn, *Nucleotide The Basic Local Alignment Search Tool* dari NCBI. Program MEGA ver. 7.0.20 yang dapat link ke NCBI (*National Center of Biotechnology Information*), digunakan untuk identifikasi dan mendapatkan gambaran tentang evolusi gen COI ikan gabus stok alami/liar dari Danau Towuti dan ikan gabus hasil domestikasi dari Kabupaten Bantaeng. Identifikasi ikan gabus dilakukan dengan menyelaraskan (*alignment*) sekuen nukleotida sampel ikan gabus hasil sekuensing dengan se-

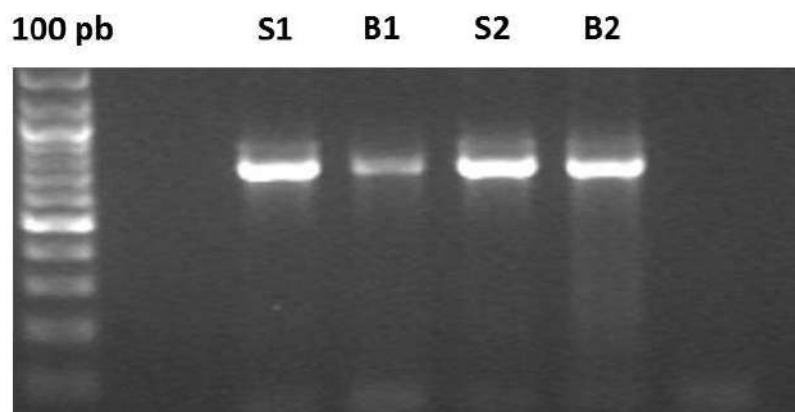
kuen nukleotida gen COI vertebrata lainnya yang terdeposit di Bank Gen. Hasil penyejajaran kemudian dianalisis secara deskriptif.

Hasil

Amplifikasi genom ikan gabus menghasilkan pita DNA gen COI berukuran sekitar 700 pasang basa (pb) (Gambar 3). Penyejajaran 655 pasang basa (pb) gen COI mitokondria sampel ikan gabus dari Danau Towuti Sulawesi Selatan dengan beberapa sekuen gen COI ikan gabus yang terdeposit di Bank Gen menunjukkan bahwa spesies ikan gabus dari Danau Towuti adalah *Channa striata*. Sekuen gen COI sampel ikan gabus yang tertangkap di Danau Towuti meliputi 99% sekuen gen COI *Channa striata* nomor akses:

KU692418 dari Cigede Tasikmalaya Jawa Barat dan *Channa striata* nomor akses: KU692421 dari Danau Rawa Pening Ambarawa Jawa Tengah (Tabel 1).

Penyejajaran 547 pb gen COI mitokondria sampel ikan gabus generasi pertama (F1) dari induk ikan gabus yang tertangkap di perairan tawar Kabupaten Bantaeng dengan beberapa sekuen gen COI vertebrata lainnya menunjukkan bahwa nukleotida gen COI ikan gabus hasil domestikasi tersebut mengcover 100% nukleotida COI *Channa pleurophthalma* (nomor akses: KJ937390) asal Banjarmasin Kalimantan Selatan dan *Channa gachua* (nomor akses: KX389277) dengan derajat homologi masing-masing sebesar 65% (Tabel 2).



Gambar 3. Pita DNA gen COI hasil amplifikasi genom ikan gabus. S1, S2 = pita DNA gen COI ikan gabus dari Danau Towuti; B1, B2 = pita DNA gen COI benih ikan gabus generasi I (F1) hasil domestikasi dari induk yang berasal dari perairan tawar Kabupaten Bantaeng

Tabel 1. Hasil penyejajaran sekuen gen *cytochrome c oxidase subunit I* (COI) mitokondria ikan gabus dari Danau Towuti dengan sekuen gen *cytochrome c oxidase subunit I* (COI) ikan gabus lainnya (%)

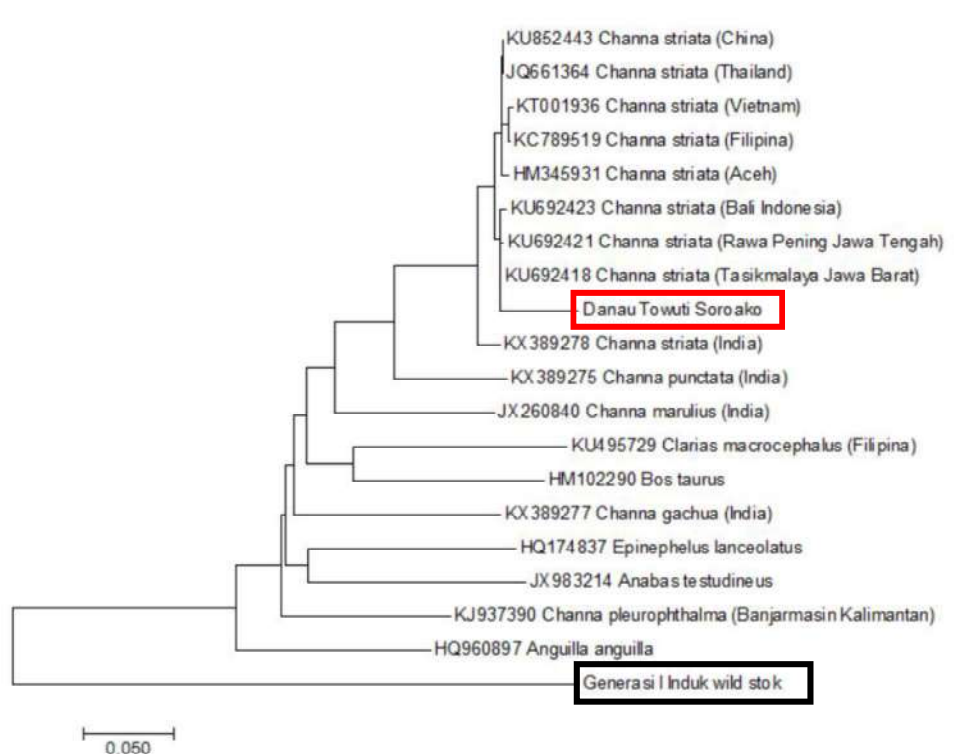
Nomor akses	Takson	Query cover (%)	Homologi (%)
KU692418	<i>Channa striata</i> (Cigede, Tasikmalaya, Jawa Barat)	99	99
KU692421	<i>Channa striata</i> (Danau Rawa Pening, Jawa Tengah)	99	99
KU692419	<i>Channa striata</i> (Cigede, Tasikmalaya, Jawa Barat)	99	99
KU692423	<i>Channa striata</i> (Tukad Unda, Bali)	99	99
KJ937425	<i>Channa striata</i> (Pontianak, Kalimantan Barat)	99	99
KJ937421	<i>Channa striata</i> (Way Batang Hari, Lampung)	99	99

Tabel 2. Hasil penyejajaran sekuen gen *cytochrome c oxidase subunit I* (COI) mitokondria ikan gabus generasi I (F1) hasil domestikasi induk yang berasal dari perairan tawar di Kabupaten Bantaeng dengan sekuen gen *cytochrome c oxidase subunit I* (COI) ikan gabus lainnya (%)

Nomor aksesori	Takson	Query cover (%)	Homologi (%)
KJ937390	<i>Channa pleurophthalma</i> (Banjarmasin Indonesia)	100	65
KX389277	<i>Channa gachua</i> (India)	100	65
KU495729	<i>Channa microcephalus</i> (Filipina)	100	63
JX260840	<i>Channa marulius</i> (India)	34	71
KX389275	<i>Channa punctata</i> (India)	31	73

Pohon filogenetik menunjukkan bahwa sampel ikan gabus yang tertangkap di Danau Towuti membentuk satu kelompok dengan *Channa striata* dari Tasikmalaya Jawa Barat (no aksesori KU692418), *Channa striata* asal Danau Rawa Pening, Jawa Tengah (no aksesori: KU692421), dan *Channa striata* asal Bali (no aksesori KU692423). *Channa striata* yang berasal dari Aceh membentuk kelompok lain bersama-sama dengan *Channa striata* dari Filipina, Vietnam, Thailand, dan Tiongkok. Ikan gabus generasi I

(F1) dari induk yang tertangkap di perairan tawar Kabupaten Bantaeng memiliki hubungan kekerabatan terdekat dengan *Channa pleurophthalma* (no aksesori KJ937390) asal Banjarmasin Kalimantan Selatan dan *Channa gachua* (no aksesori KX389277) yang berasal dari India. Ikan gabus yang tertangkap di Danau Towuti berkerabat jauh dengan ikan gabus generasi I (F1) dari induk alam yang tertangkap di perairan tawar Kabupaten Bantaeng (Gambar 4 dan 5).



Gambar 4. Filogeni ikan gabus (*Channa striata*) dari Danau Towuti (Soroako) dan generasi I (F1) hasil domestikasi induk yang berasal dari perairan tawar di Kabupaten Bantaeng dengan beberapa spesies ikan dan vertebrata lainnya berdasarkan sekuen gen *cytochrome c oxidase subunit I* (COI)

Nomor akses/takson	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1 HQ174837_Epinephelus_lanceolatus																			
2 HQ960897_Anguilla_anguilla	0.252																		
3 KX389278_Channa_striata_(India)	0.252	0.262																	
4 KX389277_Channa_gachua_(India)	0.234	0.271	0.231																
5 KX389275_Channa_punctata_(India)	0.231	0.283	0.116	0.215															
6 KU852443_Channa_striata_(China)	0.255	0.243	0.028	0.231	0.121														
7 KU692423_Channa_striata_(Bali_Indonesia)	0.251	0.243	0.028	0.231	0.123	0.012													
8 KU692421_Channa_striata_(Rawa_Pening_Jawa_Tengah)	0.254	0.246	0.026	0.231	0.121	0.010	0.006												
9 KU692418_Channa_striata_(Tasikmalaya_Jawa_Barat)	0.251	0.243	0.024	0.228	0.119	0.008	0.004	0.002											
10 KU495729_Claras_macrocephalus_(Filipina)	0.259	0.290	0.257	0.267	0.246	0.257	0.246	0.246	0.249										
11 KT001936_Channa_striata_(Vietnam)	0.255	0.244	0.034	0.237	0.128	0.006	0.018	0.016	0.014	0.260									
12 KJ937390_Channa_pleurophthalma_(Banjarmasin_Kalimantan)	0.228	0.239	0.215	0.229	0.225	0.213	0.210	0.208	0.210	0.262	0.222								
13 JX963214_Anabas_testudineus	0.235	0.303	0.248	0.257	0.230	0.259	0.250	0.255	0.253	0.272	0.267	0.217							
14 JX260840_Channa_marulius_(India)	0.224	0.256	0.181	0.220	0.188	0.181	0.176	0.181	0.179	0.241	0.187	0.228	0.242						
15 HM345931_Channa_striata_(Aceh)	0.255	0.248	0.028	0.226	0.126	0.004	0.016	0.014	0.012	0.260	0.010	0.213	0.259	0.177					
16 KC789519_Channa_striata_(Filipina)	0.252	0.246	0.032	0.234	0.126	0.004	0.016	0.014	0.012	0.257	0.002	0.219	0.265	0.184	0.008				
17 HM102290_Bos_taurus	0.270	0.254	0.238	0.271	0.248	0.240	0.238	0.241	0.238	0.223	0.238	0.219	0.262	0.245	0.238	0.241			
18 JQ661364_Channa_striata_(Thailand)	0.255	0.243	0.028	0.231	0.121	0.000	0.012	0.010	0.008	0.257	0.006	0.213	0.259	0.181	0.004	0.004	0.240		
19 Danau_Towuti_Soroako	0.309	0.289	0.068	0.271	0.170	0.049	0.047	0.045	0.043	0.297	0.051	0.265	0.301	0.227	0.053	0.053	0.283	0.049	
20 Generasi_I_Induk_wild_stok	0.577	0.542	0.589	0.545	0.579	0.590	0.592	0.588	0.592	0.594	0.594	0.539	0.594	0.576	0.590	0.590	0.582	0.590	0.666

Gambar 5. Jarak genetik sampel ikan gabus (*Channa striata*) dari Danau Towuti (Soroako) dan generasi I (F1) hasil domestikasi induk yang berasal dari perairan tawar di Kabupaten Bantaeng dengan beberapa spesies ikan dan vertebrata lainnya berdasarkan sekuen gen *cytochrome c oxidase subunit I* (COI)

Pembahasan

Identifikasi jenis yang akurat dan hubungan kekerabatan antarjenis sangat dibutuhkan dalam pengelolaan sumber daya hayati perairan dan program pemuliaan ikan. Identifikasi berdasarkan DNA barcoding terbukti mampu mengelompokkan sampel-sampel ikan gabus pada penelitian ini ke dalam kelompok taksanya. Analisis filogeni menunjukkan bahwa sampel ikan gabus yang tertangkap di Danau Towuti berada satu kelompok dengan *Channa striata* asal Tasikmalaya Jawa Barat, Danau Rawa Pening Jawa Tengah, dan *Channa striata* yang berasal dari Bali. Hebert *et al.* (2004) menyatakan bahwa DNA barcoding adalah metode yang telah dibakukan untuk mengidentifikasi spesies berdasarkan fragmen gen COI. DNA barcoding diramalkan sebagai solusi untuk mempercepat laju penemuan spesies baru dan membuka perspektif baru dalam konservasi. Oleh karena itu, DNA barcoding merupakan solusi cepat dan tepat dalam mengungkapkan keanekaragaman hayati sebelum mengarah ke kondisi kepunahan sebagai akibat pemanasan global dan degradasi lingkungan.

Beberapa penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa identifikasi ikan gabus secara mor-

fologi memiliki keterbatasan karena ikan gabus memiliki variasi morfologi yang sangat kecil di antara individu. Identifikasi secara morfometrik dan meristik terhadap ikan gabus dari wilayah perairan tawar Kabupaten Wajo dan perairan payau di daerah Batangase serta Sungai Maros di Kabupaten Maros menunjukkan bahwa karakter penciri ikan gabus dari setiap daerah tersebut berbeda-beda atau tidak konsisten (Arma *et al.* 2014, Irmawati *et al.* 2015). Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Song *et al.* (2013) yang menemukan bahwa keragaman genetik dalam spesies *Channa striata* lebih rendah dibandingkan dengan spesies-spesies lainnya dan tidak berkorelasi dengan variasi morfologi. Hasil penelitian Zhu *et al.* (2013) menunjukkan bahwa identifikasi ikan gabus berdasarkan karakter morfologi menunjukkan hasil yang sangat tidak menentu karena keanekaragaman ikan gabus yang tinggi.

Nukleotida gen COI mitokondria ikan gabus dari Danau Towuti memiliki homologi yang tinggi dengan *Channa striata* dari Tasikmalaya Jawa Barat nomor akses KU692418, Danau Rawa Pening Jawa Tengah nomor akses KU692421, Bali (KU692423), Lampung (KJ937421), dan Pontianak Kalimantan Barat (KJ937425) yaitu sebesar

99%. Tingkat homologi ikan gabus dari Danau Towuti dengan ikan gabus dari Tiongkok (KU852443), Filipina (KC789519, HQ682668), dan Thailand (KJ937376) adalah sebesar 98%. Tingkat homologi sekuen nukleotida gen COI ikan gabus dari Danau Towuti sebesar 98 – 99% dengan *Channa striata* dari beberapa daerah menunjukkan bahwa ikan gabus tersebut adalah *Channa striata*. Identifikasi ikan gabus dari Danau Towuti sebagai *Channa striata* juga dipertegas oleh data tentang jarak genetik dan *gap*/situs polimorfik/keragaman sekuen gen COI. Jarak genetik antara ikan gabus dari Danau Towuti dengan ikan gabus dari Tasikmalaya, Jawa Tengah, Bali, Aceh, Tiongkok, Thailand, Filipina, dan Vietnam adalah sebesar 4,3-5,1% menunjukkan bahwa ikan gabus-ikan gabus tersebut berkerabat sangat dekat. Muchlisin *et al.* (2013) menyatakan bahwa jarak nukleotida sebesar 7,1% menunjukkan tingkat kekerabatan yang sangat dekat. *Gap* atau situs polimorfik yang menggambarkan keragaman nukleotida gen COI ikan gabus dari Danau Towuti dengan *Channa striata* dari beberapa wilayah yang disebutkan di atas adalah 0,0028 – 0,0031 atau 0,00% yang menunjukkan bahwa di Danau Towuti terdapat ikan gabus jenis *Channa striata*. Lambert *et al.* (2005) menyatakan bahwa suatu spesimen ditetapkan sebagai spesies baru apabila terdapat *gap*/situs polimorfik/keragaman sekuen gen COI lebih besar atau sama dengan 2,7% ($\geq 2,7\%$).

Sekuen nukleotida gen COI ikan gabus F1 hasil domestikasi dari induk alam asal Bantaeng memiliki homologi 65% dengan sekuen nukleotida *Channa pleurophthalma* asal Banjarmasin Kalimantan Selatan dan *Channa gachua* asal (India). Analisis filogeni menunjukkan bahwa ikan gabus asal Bantaeng, *Channa pleurophthalma*, dan *Channa gachua* masing-masing membentuk kelompok tersendiri. BLASTn sekuen nu-

kleotida gen COI ikan gabus F1 asal Bantaeng dengan sekuen nukleotida *Channa pleurophthalma* dan *Channa gachua* yang terdeposit di Bank Gen menunjukkan adanya *gap* berturut-turut sebesar 2% dan 3%. Oleh sebab itu, diperlukan marka untuk menentukan jenis/spesies ikan gabus F1 asal Bantaeng tersebut.

Simpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa ikan gabus jenis *Channa striata* terdapat di Danau Towuti Sulawesi Selatan. Nukleotida gen COI ikan gabus generasi I yang berasal dari induk yang tertangkap di perairan tawar Kabupaten Bantaeng memiliki homologi 65% dengan nukleotida gen COI *Channa pleurophthalma* dari Banjarmasin Kalimantan Selatan dan *Channa gachua* dari India dengan *gap* berturut-turut 2% dan 3%.

Persantunan

Penelitian ini dibiayai oleh Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi dengan nomor kontrak 019/SP2H/LT/DRPM/II/2016. Ucapan terima kasih disampaikan kepada LP2M Universitas Hasanuddin selaku institusi penanggungjawab kegiatan dan kepada semua pihak yang membantu dalam pengadaan sampel ikan gabus.

Daftar pustaka

Arma NR, Illijas MA, Irmawati, Mappanyawi A. 2014. Morphometric and meristic characteristics of snakehead fish for hatchery production. In: Hutaeruk *et al.* (ed.). *Proceeding of the 3rd International and National Seminar on Fisheries and Marine Science: Strengthening science and technology towards the development of Blue Economy*, Faculty of Fisheries and Marine Science University of Riau, Riau. pp.198-201.

- Dahrudin H, Hutama A, Busson F, Sauri S, Hanner R, Keith P, Hadiaty R, Hubert N. 2017. Revisiting the ichthyodiversity of Java and Bali through DNA barcodes: taxonomic coverage, identification accuracy, cryptic diversity and identification of exotic species. *Molecular Ecology Resources*, 17(2): 288-299.
- Froese R, Pauly D. 2016. *FishBase*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org version (10/2016).
- Hebert PDN, Cywinska A, Ball SL, de Waard JR. 2003a. Biological identifications through DNA barcodes. In: Barrett S (ed.). *Proceedings of The Royal Society B*. Royal Society of London, 270(1512): 313-321.
- Hebert PDN, Ratnasingham S, de Waard JR. 2003b. Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences amongst closely related species. In: Barrett S (ed.). *Proceedings of The Royal Society B*. Royal Society of London, 270: S96-S99.
- Hebert PDN, Stoeckle MY, Zemlak TS, Francis CM. 2004. Identification birds through DNA barcodes. *PloS Biology*, 2(10): 1657-1663.
- Herborg LM, Mandrak NE, Cudmore BC, MacIsaac HJ. 2007. Comparative distribution and invasion risk of snakehead (Channidae) and Asian carp (Cyprinidae) species in North America. *Canadian Journal of Fish Aquatic Science*, 64(12): 1723-1735.
- Irmawati, Nadiarti, Tresnati J, Hidayani AA, Arma NR. 2015. Reproductive performance of snakehead fish in tank. Disampaikan pada The 5th International Conference of Aquaculture Indonesia (ICAI): "Sustainable Aquaculture for the Future", Jakarta 29 – 31 Oktober 2015.
- Lambert DM, Baker A, Huynen L, Haddrath O, Hebert PDN, Millar CD. 2005. Is a large-scale DNA-based inventory of ancient life possible? *Journal of Heredity*, 96(3): 279–84.
- Lakra WS, Goswami M, Gopalakrishnan A, Singh DP, Singh A, Nagpure NS. 2010. Genetic relatedness among fish species of genus *Channa* using mitochondrial DNA genes. *Biochemical Systematics and Ecology*, 38(6): 1212-1219.
- Lynch M, Jarrell PE. 1993. A method for calibrating molecular clocks and its application to animal mitochondrial DNA. *Genetics*, 135(4): 1197-1208.
- Ma H, Ma C, Ma L. 2012. Molecular identification of genus *Scylla* (Decapoda: Portunidae) based on DNA barcoding and polymerase chain reaction. *Biochemical Systematics and Ecology*, 41: 41-47.
- Mat Jais AM, Dambisya YM, Lee TL. 1997. Antinociceptive activity of *Channa striatus* (haruan) extracts in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 57(2): 125-130.
- Michelle NYT, Shanti G, Loqman MY. 2004. Effect of orally administered *Channa striatus* extract against experimentally-induced osteoarthritis in rabbits. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, 2(3):171-175.
- Muchlisin ZA, Thomy Z, Fadli N, Sarong MA, Siti-azizah MN. 2013. DNA barcoding of freshwater fishes from Lake Laut Tawar, Aceh Province, Indonesia. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 43(1): 21-29.
- Mustafa, Widodo AMA, Kristianto Y. 2012. Albumin and zinc content of snakehead fish (*Channa striatus*) extract and its role and health. *International Journal of Science and Technology*, 1(2): 1-8.
- Serrao NR, Steinke D, Hanner RH. 2014. Calibrating snakehead diversity with DNA Barcodes: expanding taxonomic coverage to enable identification of potential and established invasive species. *Plos One*, 9(6): 1-13.
- Song LM, Munian K, Rashid AZ, Bhassu S. 2013. Characterisation of Asian snakehead Murrel *Channa striata* (Channidae) in Malaysia: An insight into molecular data and morphological approach. *The scientific World Journal*, 2013:1-16.
- Tamura K, Stecher G, Peterson D, Filipowski A, Kumar S. 2013. MEGA 6: Molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*, 30(12): 2725-2729.
- Zhu SR, Ma KY, Xing ZJ, Xie N, Wang YX, Wang Q, Li JL. 2013. The complete mitochondrial genome of *Channa argus*, *Channa maculata* and hybrid snakehead fish [*Channa maculata* (♀) x *Channa argus* (♂)]. *Mitochondrial DNA*, 24(3): 217-218.

Pertumbuhan tiga jenis ikan dan kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir) yang dipelihara dengan sistem akuaponik

[Growth of different strains of three fishes and water spinach (*Ipomoea reptans* Poir) based aquaponic]

Zahidah Hasan✉, Y. Andriani, Y. Dhahiyat, A. Sahidin, M. R. Rubiansyah

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

Diterima: 7 September 2016; Disetujui: 2 Mei 2017

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pertumbuhan tiga jenis ikan (lele, nila, dan koi) yang dipelihara bersama dengan kangkung darat dalam sistem akuaponik. Penelitian dilakukan di Laboratorium Budi daya Perikanan, Ciparanje, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran dari bulan Februari hingga April 2016. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap dengan lima perlakuan dan diulang empat kali. Perlakuan A: kontrol positif, tanaman kangkung darat ditanam menggunakan tanah dan pupuk kompos; perlakuan B: kontrol negatif, tanaman kangkung darat ditanam menggunakan tanah tanpa menggunakan pupuk kompos; perlakuan C: akuaponik dengan ikan nila dan tanaman kangkung darat; perlakuan D: akuaponik dengan ikan lele dan tanaman kangkung darat, dan perlakuan E: ikan koi dan tanaman kangkung darat. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah pertumbuhan bobot ikan, dan pertumbuhan kangkung yang meliputi tinggi batang, jumlah daun, dan biomassa panen serta kualitas air yang mencakup nitrat, amonia, dan fosfat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan bobot ikan tertinggi diperoleh pada kombinasi lele dan kangkung darat dengan pertumbuhan sebesar $7,8 \pm 1,18$ g dan pertumbuhan tanaman kangkung tertinggi diperoleh pada pemeliharaan bersama koi yang menghasilkan biomassa sebesar $30,40 \pm 5,59$ g.

Kata penting: akuaponik, kangkung darat, koi, lele, nila

Abstract

This study aims to determine the growth of fish (Nile tilapia, North African catfish, and goldfish) which cultured along with water spinach in aquaponics system. The study was conducted at the Laboratory of Aquaculture, Ciparanje, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Padjadjaran University from February to April 2016. The experiment was designed using a completely randomized design with 5 treatments and 3 replicates. Treatment A: positive control, water spinach grown on soil and compost fertilizer, Treatment B: negative control, water spinach grown on soil without compost fertilizer, treatment C: aquaponics Nile tilapia and water spinach, Treatment D: aquaponics North African catfish and water spinach, and treatment E: aquaponics goldfish and water spinach. The measured parameters in this study were fish growth and water spinach growth include stem height, number of leaves, biomass as well as water quality included nitrates, ammonia and phosphates. The results showed that the highest fish growth, obtained in combination of catfish and water spinach with growth of 7.8 ± 1.18 grams and the highest water spinach growth obtain in koi cultured with water spinach with average biomass 30.40 ± 5.59 grams.

Keywords: aquaponics, catfish, goldfish, Nile tilapia, water spinach

Pendahuluan

Keterbatasan lahan yang sempit dan sumber air yang terbatas menjadi permasalahan dalam peningkatan produksi perikanan budi daya air tawar. Selain itu, permasalahan lain dalam budi daya perikanan adalah limbah sisa buangan yang dapat mencemari lingkungan perairan seperti amonia dan fosfor hasil dekomposisi pakan terbuang (Garno 2002, Susila 2015). Menurut Fujaya

(2004), tidak semua pakan yang diberikan dimakan oleh ikan dan digunakan untuk pertumbuhan, namun 15-30 % terbuang ke perairan. Selain itu pakan yang dimakan sebagian akan dikeluarkan dalam bentuk feses (Huisman 1976, Utomo *et al.* 2005). Pakan terbuang dan feses ikan merupakan salah satu sumber pencemar perairan pada kawasan budi daya perikanan.

Berdasarkan permasalahan tersebut harus ada inovasi teknologi budi daya ikan yang ramah

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: ibuzah@gmail.com

lingkungan, hemat air, dan dapat meningkatkan produksi. Salah satu inovasi adalah mengintegrasikan budi daya perikanan dengan tanaman melalui sistem akuaponik (Diver 2006). Akuaponik merupakan salah satu teknologi budi daya yang menggabungkan pemeliharaan ikan dengan tanaman (Nelson 2008). Sistem ini dapat menghemat penggunaan air dalam budi daya ikan sampai 97% (ECOLIFE 2011). Akuaponik (pemeliharaan ikan dengan tanaman) lebih ramah lingkungan, karena pada sistem ini bakteri akan menurunkan konsentrasi ammonia, nitrit, dan nitrat (Djokosetiyanto *et al.* 2006). Pada tanaman, nitrat berfungsi sebagai nutrisi. Air yang kaya nutrisi dari wadah pemeliharaan disalurkan kepada tanaman, kemudian dimanfaatkan sebagai hara. Pemanfaatan ammonia oleh tanaman sebagai media filter biologis akan mengurangi konsentrasi racun pada media budi daya ikan (Crab *et al.* 2007). Teknologi akuaponik terbukti berhasil memproduksi ikan secara optimal dan diperlukan untuk mengantisipasi penurunan produksi akuakultur akibat penyusutan lahan budi daya dan penurunan kualitas perairan. Inovasi teknologi tersebut diharapkan mampu mengurangi limbah dan meningkatkan produktifitas per satuan luas lahan budi daya.

Hampir semua jenis tanaman air dan beberapa tanaman darat dapat digunakan dalam sistem akuaponik diantaranya adalah kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forsk), kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir), dan selada (*Lactuca sativa*). Tanaman ini sebagai alternatif biofilter dapat menyerap nitrogen dalam bentuk amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-) sehingga nitrogen di air akan berkurang (Rakocy *et al.* 2006). Kualitas air merupakan faktor penting dalam budi daya perikanan dan akuaponik menjadi salah satu solusi dalam pemeliharaan kualitas air media budi daya. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Endut *et*

al. (2009) bahwa keuntungan sistem akuaponik dibandingkan dengan sistem lain yaitu adanya biofilter oleh tumbuhan, sehingga akan menjaga kualitas air pada media budi daya ikan.

Yosmaniar (2010) menyatakan bahwa beban limbah budi daya ikan sangat bervariasi konsentrasi limbahnya, disebabkan oleh perbedaan spesies, karakteristik pakan (kandungan nutrisi, kualitas bahan baku, teknologi pakan), dan respons biologis ikan (pertumbuhan dan sintasan).

Alasan pemilihan ikan lele (*Clarias gariepinus*) dan nila (*Oreochromis niloticus*), dan ikan koi (*Carassius auratus*) merupakan ikan yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Alasan lain pemilihan ikan adalah adanya perbedaan jumlah beban limbah sisa pakan dan feses yang dihasilkan oleh masing-masing ikan. Selain itu ikan lele, nila dan koi memiliki respon biologis terhadap pakan yang berbeda-beda, hal ini dapat dilihat dari perbedaan nisbah konversi pakan (*Food conversion ratio* FCR) yang berbeda-beda.

Menurut Ihsanudin *et al.* (2014), ikan nila memiliki FCR 0,8-1,6, sedangkan Hastuti & Subandiono (2014) menyatakan bahwa FCR ikan lele berkisar antara 0,96-1,12. Sementara itu mengingat ikan koi satu famili dengan ikan mas, maka nilai FCRnya dapat mengikuti nilai FCR ikan mas, yaitu berkisar antara 2,2-2,8 (Sulawesty *et al.* 2014). Berdasarkan perbedaan tersebut, diharapkan diperoleh kombinasi tanaman kangkung dan ikan terbaik sebagai rekomendasi untuk pembudidayaan secara massal.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pertumbuhan ikan lele, nila, dan koi yang dibudidayakan bersama dengan kangkung darat dalam sistem akuaponik dan diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai pertumbuhan ikan dengan jenis berbeda yang dipelihara dengan sistem akuaponik bersama kangkung darat.

Bahan dan metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari – April 2016 di Laboratorium Budi daya Perikanan Ciparanje, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri atas lima perlakuan dan empat kali ulangan. Padat tebar ikan adalah 100 ekor dengan bobot rata-rata $2,5 \pm 0,36$ g dan ditebar pada masing-masing kolam dengan ukuran 1 m x 1 m x 0,5 m dan ditanam lima batang kangkung darat tiap kolam dengan wadah yang berbeda. Adapun perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Perlakuan A : kontrol positif, tanaman kangkung darat ditanam menggunakan tanah dan pupuk kompos.

Perlakuan B: kontrol negatif, tanaman kangkung darat ditanam menggunakan tanah tanpa menggunakan pupuk kompos.

Perlakuan C: sistem akuaponik dengan komoditas ikan nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) dan tanaman kangkung darat.

Perlakuan D: sistem akuaponik dengan komoditas lele *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) dan tanaman kangkung darat.

Perlakuan E: sistem akuaponik dengan komoditas koi *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) dan tanaman kangkung darat.

Parameter ikan yang diukur adalah pertumbuhan bobot ikan, sedangkan parameter tanaman meliputi biomassa, pertambahan panjang batang, dan pertambahan jumlah daun. Pertambahan bobot, baik ikan maupun tanaman dihitung menggunakan persamaan (Ogunji *et al.* 2008) berikut:

$$PM = W_t - W_o$$

Keterangan: PM= pertumbuhan, W_o = bobot awal, W_t = bobot akhir

Pengukuran parameter kualitas air dilakukan pada awal penelitian dan diulang setiap tujuh hari. Parameter kualitas air yang diuji meliputi nitrat, fosfat, dan ammonia dengan menggunakan alat spektrofotometer merk Genesys 20.

Hasil

Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan bobot ikan lele, nila, dan koi selama penelitian memperlihatkan perbedaan yang cukup besar sebagaimana terlihat pada Tabel 1. Perlakuan D (kombinasi ikan lele dengan kangkung) menunjukkan pertambahan bobot tertinggi $7,8 \pm 1,18$ g diikuti perlakuan C kombinasi ikan nila dengan kangkung dan terendah pada perlakuan E dengan kombinasi ikan koi dengan kangkung.

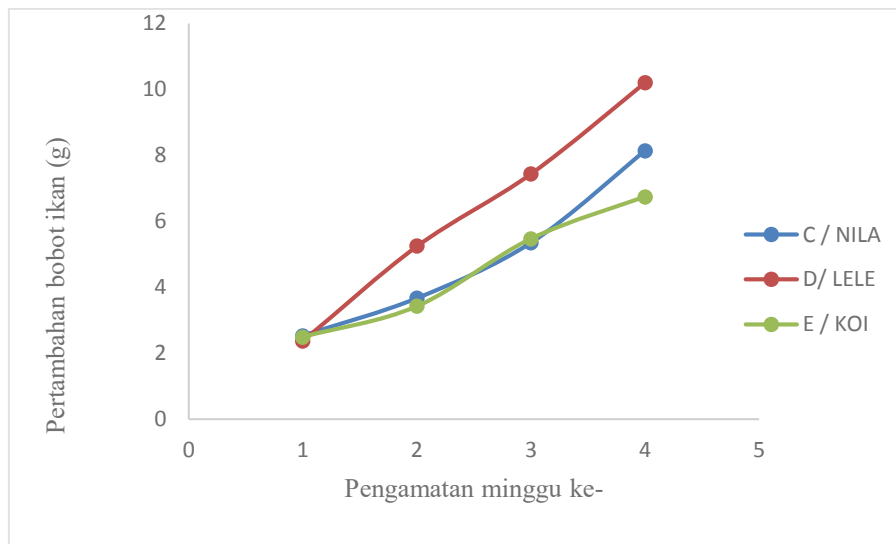
Pertambahan bobot mingguan lele, nila, dan koi selama penelitian yang dihitung setiap tujuh hari sekali, menunjukkan pertumbuhan ikan lele lebih tinggi dibandingkan dengan dua ikan lainnya (Gambar 1).

Perbedaan jenis ikan mengakibatkan pertumbuhan tanaman kangkung dan bobot kangkung yang berbeda. Tinggi batang dan jumlah helai daun kangkung diperlihatkan pada Gambar 2 dan 3. Bobot kangkung terdapat pada Tabel 2.

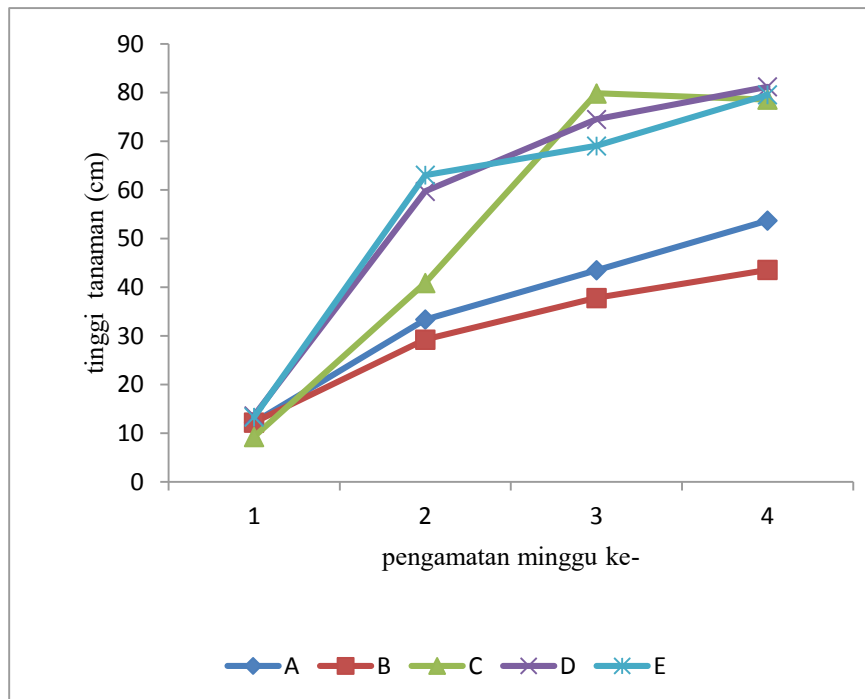
Pada Tabel 2 terlihat produksi kangkung tertinggi diperoleh pada perlakuan C dengan biomassa akhir sebesar $31,31 \pm 4,90$ g dan jumlah helai daun sebanyak $29,20 \pm 14,86$ helai pada kombinasi E. Produksi terendah terdapat pada perlakuan B dengan biomassa sebesar $6,00 \pm 0,51$ g dan jumlah daun sebanyak $9,80 \pm 2,25$ helai yang jauh lebih rendah dibandingkan semua perlakuan akuaponik.

Tabel 1. Pertumbuhan bobot ikan setiap perlakuan

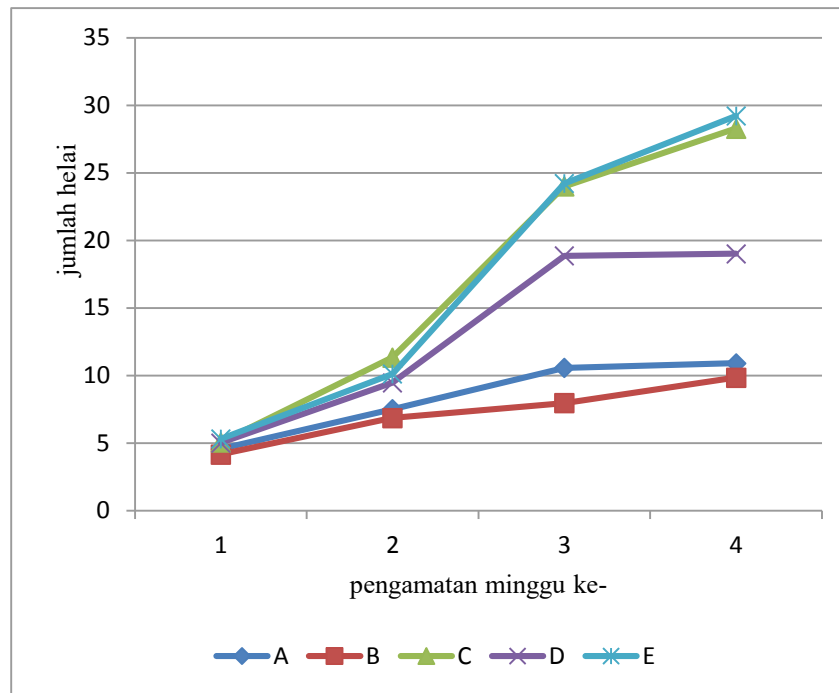
Perlakuan	Bobot akhir ikan (g)	Pertumbuhan bobot (g)
C (kombinasi ikan nila dengan kangkung)	28,10	5,60±0,64
D (kombinasi lele dengan kangkung)	10,20	7,80±1,18
E (kombinasi koi dengan kangkung)	7,74	4,20±0,94



Gambar 1. Bobot ikan nila, lele dan koi setiap minggu selama penelitian



Gambar 2. Tinggi batang kangkung setiap minggu selama penelitian



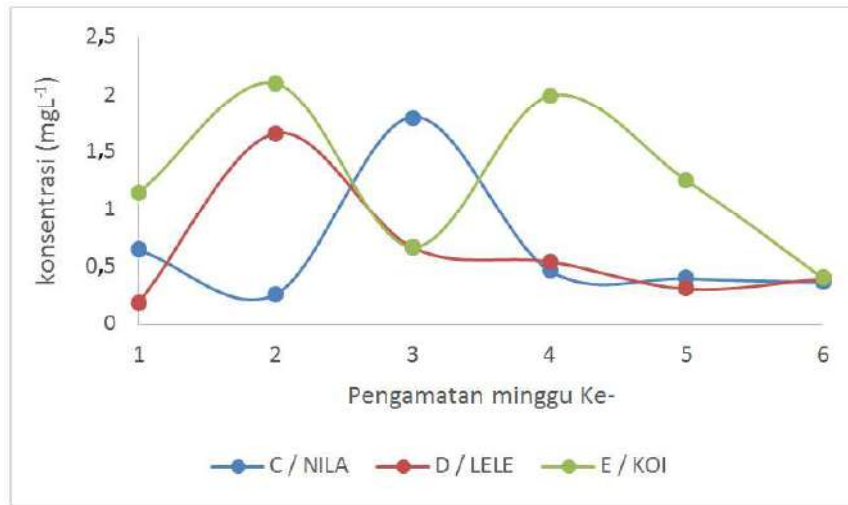
Gambar 3. Jumlah helai daun kangkung setiap minggu selama penelitian

Tabel 2. Keragaan pertumbuhan kangkung darat pada masing-masing perlakuan

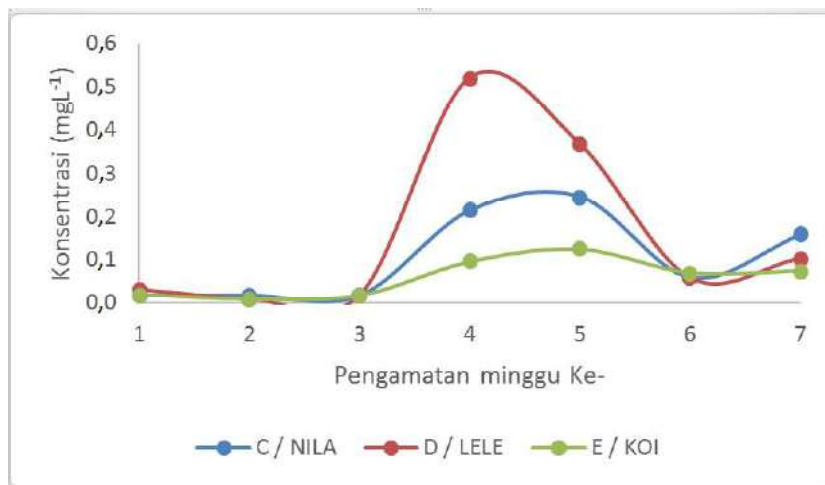
Perlakuan	Biomassa (g)	Tinggi batang (cm)	Jumlah helai daun
A (kontrol positif)	8,00 ±2,60	53,7 ±5,56	10,9 ±1,23
B (kontrol negatif)	6,00 ±0,51	43,6 ±7,52	9,8 ±2,25
C (kombinasi nila dengan kangkung)	31,37 ±4,90	78,5 ±10,93	28,3 ±8,61
D (kombinasi lele dengan kangkung)	25,71 ±4,25	81,1 ±15,28	19,0 ±12,71
E (kombinasi koi dengan kangkung)	30,40 ±5,59	79,5 ±11,91	29,2 ±14,86

Kualitas air selama penelitian ditampilkan pada Gambar 4, 5, dan 6. Gambar-gambar tersebut memperlihatkan adanya perbedaan konsentrasi nitrat, fosfat, dan ammonia antara pemeliharaan ikan nila dengan pemeliharaan ikan koi, dan pemeliharaan ikan lele.

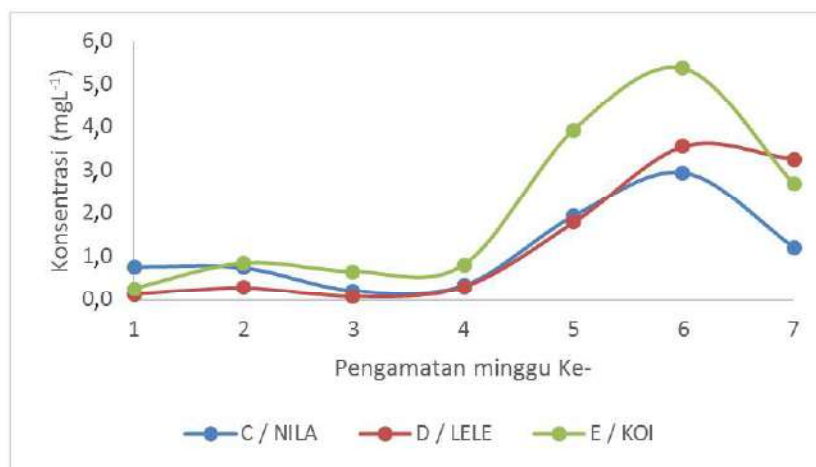
Gambar 7 memperlihatkan panjang akar tanaman kangkung yang dipelihara pada tiga media yang berbeda (akuaponik, media kompos, dan media tanah). Akar tumbuhan kangkung pada sistem akuaponik lebih panjang dibandingkan dengan pemeliharaan media lainnya.



Gambar 4. Konsentrasi nitrat berdasarkan perlakuan dari setiap minggu pengamatan



Gambar 5. Konsentrasi amonia berdasarkan perlakuan dari setiap minggu pengamatan



Gambar 6. Konsentrasi fosfat berdasarkan perlakuan dari setiap minggu pengamatan



Akar tanaman akuaponik



Akar tanaman media kompos



Akar tanaman media tanah

Gambar 7. Perakaran kangkung darat yang ditanam pada akuaponik, kompos, dan media tanah

Pembahasan

Pertumbuhan bobot lele sebesar $7,8 \pm 1,18$ g menunjukkan pertumbuhan bobot tertinggi dibandingkan dengan jenis ikan lainnya selama penelitian (Tabel 1), sedangkan pertumbuhan terendah terdapat pada koi sebesar $4,2 \pm 0,94$ g. Perbedaan pertumbuhan ini telah terlihat sejak minggu pertama pengamatan (Gambar 1). Pertumbuhan ikan dipengaruhi salah satunya oleh efisiensi pencernaan dan fisiologi usus (Zonneveld *et al.* 1991). Lele merupakan ikan karnivora yang mempunyai usus lebih pendek dibandingkan dengan ikan herbivora dan omnivora. Hal ini pada gilirannya berpengaruh pada proses pencernaan yang semakin cepat dalam penyerapan makanan namun banyak pakan yang terbuang, baik dari sisa pakan ataupun feses. Hal itu sesuai dengan pernyataan Arief *et al.* (2014) bahwa efisiensi pakan pada lele berkisar 30-53%. Hal sebaliknya terlihat pada nila dan koi yang merupakan ikan herbivora (ikan pemakan tumbuhan), memiliki efisiensi pencernaan makanan lebih baik yaitu $> 80\%$ dibandingkan dengan ikan karnivora (Mulyani *et al.* 2014, Iskandar & Elrifadah 2015).

Pertumbuhan tanaman kangkung baik pertambahan panjang batang dan pertambahan helai daun, maupun bobot (Gambar 2 dan 3, Tabel 2) menunjukkan pertumbuhan tanaman kangkung pada akuaponik lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol positif (dengan media kompos, perlakuan A) maupun kontrol negatif (dengan media tanah tanpa kompos, perlakuan B). Hal itu dikarenakan nutrisi yang berasal dari feses dan sisa pakan ikan mudah terurai menjadi nutrisi anorganik dalam air dan lebih cepat diserap tanaman. Terlihat dari hasil pengamatan (Gambar 4, 5, dan 6), terjadi peningkatan konsentrasi nitrat, amonia dan fosfat dan kembali pada minggu ke 3 dan ke 4. Hal itu menunjukkan adanya penyerapan unsur hara oleh tanaman kangkung. Semakin banyak dan besar tanaman yang digunakan pada budi daya akuaponik semakin efektif dalam mereduksi amonia, penggunaan 30 batang per rumpon kangkung dapat mengurangi amonia hingga $58,57 \text{ mg L}^{-1}$ (Dauhan *et al.* 2014).

Pertumbuhan panjang batang kangkung sebagaimana terlihat pada Gambar 2 dan Tabel 2, menunjukkan budi daya akuaponik mampu mem-

percepat pertumbuhan tanaman kangkung. Tinggi batang kangkung pada saat panen pada kombinasi dengan ketiga jenis ikan hanya memperlihatkan sedikit perbedaan, yaitu berkisar antara $78,5 \pm 10,93$ sampai dengan $81,1 \pm 15,28$ cm, dan semuanya lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol positif yang hanya mencapai $53,7 \pm 5,56$ cm dan kontrol negatif sebesar $43,6 \pm 7,52$ cm. Hal tersebut menunjukkan bahwa sistem akuaponik dapat meningkatkan produktivitas tanaman dan efektivitas penyerapan nutrisi.

Pertambahan jumlah helai daun kangkung (Gambar 3 dan Tabel 2) pada akuaponik dengan koi dan dengan nila memiliki jumlah yang tidak jauh berbeda, sedangkan yang dipelihara bersama lele hanya menghasilkan jumlah daun yang lebih sedikit. Namun demikian ketiganya memiliki jumlah rata-rata helai daun diatas jumlah rata-rata helai daun kangkung pada pemeliharaan media kompos dan tanah. Hal ini dikarenakan nutrisi dalam bentuk nitrat dan fosfat yang diserap oleh tanaman pada sistem akuaponik lebih tinggi dibandingkan tanaman yang ditanam pada media kompos dan tanah. Tingginya nitrogen dan fosfor yang diserap oleh tanaman pada sistem akuaponik dibuktikan dengan kondisi perakaran tanaman kangkung yang lebih banyak dibandingkan dengan yang bukan akuaponik (Gambar 7). Berdasarkan pembahasan tersebut kombinasi ikan lele dengan kangkung direkomendasikan untuk diintegrasikan dalam budi daya akuaponik.

Sumber nitrogen yang terdapat dalam kompos dan tanah yang diberi pupuk pada awal penanaman, makin lama makin tidak mencukupi kebutuhan tanaman, sementara itu pada sistem akuaponik nutrisi tercukupi sepanjang waktu (Setijaningsih & Umar 2015, Setijaningsih & Suryaningsih 2015). Hal ini sesuai dengan pernyataan Doorenbos & Pruitt (1977), yang menyatakan bahwa tanaman hanya dapat tumbuh opti-

mal dan memberikan hasil yang tinggi bila kebutuhan airnya dapat dipenuhi dalam jumlah dan waktu yang tepat.

Biomassa panen tanaman kangkung tertinggi diperoleh pada akuaponik bersama ikan koi (Tabel 2). Hal itu terjadi karena ikan koi merupakan ikan jenis herbivora dengan penyerapan makanan lebih lambat sehingga banyak pakan yang tidak termakan dan tersirkulasi pada tanaman kangkung. Hal tersebut terlihat pula pada konsentrasi nitrat dan fosfat pada akuaponik kangkung bersama koi yang lebih tinggi dibandingkan dua jenis ikan yang lain (Gambar 3).

Simpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah pada budi daya akuaponik ikan bersama kangkung, ikan lele menunjukkan pertumbuhan tertinggi dibandingkan ikan nila dan koi, sedangkan pertumbuhan tanaman kangkung tertinggi diperoleh pada akuaponik koi dengan kangkung.

Persantunan

Penelitian dibiaya melalui hibah skim ALG (*Academic Leadership Grant*) Universitas Padjadjaran tahun 2015, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Padjadjaran.

Daftar pustaka

- Arief M, Fitriani N, Subekti S. 2014. Pengaruh pemberian probiotik berbeda pada pakan komersial terhadap pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan lele sangkuriang (*Clarias* sp). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 6(1): 49-53.
- Crab R, Avnimelech Y, Defoirdt T, Bossier P, Verstraete W. 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture*, 270(1): 1-14.
- Dauhan RES, Efendi E, Suparmono. 2014. Efektivitas sistem akuaponik dalam mereduksi

- konsentrasi amonia pada sistem budidaya ikan. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 3(1): 297-301.
- Diver S. 2006. *Aquaponics-integration of hydroponics with aquaculture*. National Sustainable Agriculture Information Service. Australia. 28 p.
- Djokosetiyanto D, Sunarma A, Widanarni. 2006. Perubahan ammonia (NH₃-N), nitrit (NO₂-N) dan nitrat (NO₃-N) pada media pemeliharaan ikan nila merah (*Oreochromis* sp.) di dalam sistem resirkulasi. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 5(1): 13-20.
- Doorenbos J, Pruitt WO. 1977. Crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 24. Food and Agriculture Organization. of the United Nations Rome.
- ECOLIFE Foundation. 2011. *Introduction to village aquaponics*. ECOLIFE. 324 State Place. Escondido. 25 p.
- Endut A, Juson. A., Nusron A, Hassan. A. 2009. Effect of flow rate on water quality parameters and plant growth of water spinach (*Ipomoea aquatica*) in an aquaponic recirculating system. *Desalination and Water Treatment. Desalination Publication*. 5(1-3): 19-28.
- Fujaya Y. 2004. *Fisiologi Ikan: Dasar Pengembangan Teknik Perikanan*. Rineka Cipta. Jakarta. 179 hlm.
- Garno YS. 2002. Beban pencemaran limbah perikanan budidaya dan yutrofikasi di perairan waduk di DAS Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 3(2): 112-120.
- Hastuti S, Subandiono. 2014. Performa produksi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) yang dipelihara dengan teknologi biofloc. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 10(1): 37-42.
- Huisman EA. 1976. Food conversion efficiencies at maintenance and production level carp *Cyprinus carpio* L. and rainbow trout *Salmo gairdneri*. *Aquaculture*, 9(2): 259-273.
- Ihsanudin I, Rezeki S, Yuniarti T. 2014. Pengaruh pemberian rekombinan hormon pertumbuhan (*rGH*) melalui metode oral dengan interval waktu yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulusan hidup benih ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal of Aquaculture Management and Technology*, 3(2): 94-102.
- Iskandar R, Elrifadah. 2015. Pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diberi pakan buatan berbasis ki-ambang. *Ziraa'ah*, 40(1): 18-24.
- Mulyani YS, Yulisman, Fitriani M. 2014. Pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipuasakan secara periodik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 2(1): 1-12.
- Nelson RL. 2008. Aquaponic Equipment: The Biofilter. <http://www.aquaponicsjournal.com/docs/Aquaponic-Equipment-The-Bio-Filter.pdf>. (Diunduh 16 Mei 2016).
- Ogunji JO, Kloas W, Wirth M, Schulz C, Renner B. 2008. Housefly maggot meal (maggot meal) as a protein source for *Oreochromis niloticus* (Linn.). *Asian Fisheries Science*, 21(3): 319-331.
- Rakocy JE, Masse MP, Losordo TM. 2006. Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics- integrating fish and plant culture, *Publication No. 454*. Southern Regional Aquaculture Center, United States of Agriculture, USA. 16 p.
- Setijaningsih L, Suryaningsih LH. 2015. Pemanfaatan limbah budidaya ikan lele (*Clarias bacrachus*) untuk ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan sistem reskulasi. *Jurnal Ilmu-ilmu Hayati*, 14(3): 287-293.
- Setijaningsih L, Umar C. 2015. Pengaruh retensi air terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada budidaya sistem akuaponik dengan tanaman kangkung. *Jurnal Ilmu-ilmu Hayati*, 14(3): 267-275.
- Sulawesty F, Chrismadha T, Mulyana E. 2014. Laju pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio*) dengan pemberian pakan lemna (*lemna perpusilla*) segar pada kolam sistem aliran tertutup. *Limnotek*, 21(2): 177-184.
- Susila N. 2015. Dampak pencemaran air sungai kahayan pada usaha budidaya ikan kahanda di Kelurahan Pahandut Seberang Kota Palangka Raya. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 4(2): 71-74.
- Utomo NBP, Hasanah P, Mokoginta I. 2005. Pengaruh cara pemberian pakan yang berbeda terhadap konversi pakan dan pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio*) di karamba jaring apung. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 4(2): 49-52.
- Yosmaniar. 2010. Hubungan konversi pakan dengan beban limbah hara N dan P yang dibu-

ang ke air pemeliharaan. In: Sudrajat A (ed.). *Technological Innovation of Aquaculture in Indonesia*. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar. Bogor. pp. 681-688.

Zonneveld N, Huisman EA, Boon JN. 1991. *Prinsip-prinsip Budi Daya Ikan*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 318 hlm.

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]

Dian Bhagawati✉, Tri Nurani, Muh. Nadjmi Abulias

Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman
Kampus UNSOED Karangwangkal
Jl. Dr. Suparno Purwokerto 53122

Diterima: 28 Juli 2016; Disetujui: 16 Mei 2017

Abstrak

Produksi ikan hiu di Indonesia masih mengandalkan hasil tangkapan dari alam. Meskipun sudah terdapat beberapa peraturan yang mengatur tentang penangkapan, pemanfaatan dan status perlindungannya, namun dalam prakteknya kurang dipatuhi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang keragaman spesies, performa, dan nisbah kelamin ikan hiu yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Samudra Cilacap pada periode Oktober sampai dengan November 2015. Sampel dipilih dengan persyaratan tertentu dan identifikasi dengan teknik *photo ID* (*Photo-Identification*). Parameter yang diamati adalah jumlah jenis, panjang total, bobot tubuh, morfometrik, dan jenis kelamin. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Selama pengambilan sampel diperoleh 36 ekor ikan hiu, yang terdiri atas 14 jenis, dan tergolong yuwana sebanyak 7 ekor, 3 remaja, dan 26 dewasa. Ikan yang tertangkap dan memiliki ukuran tubuh terpanjang adalah *Alopias superciliosus* (321cm), terpendek *Sphyrna lewini* (59cm); terberat *Isurus oxyrinchus* (100kg) dan teringan adalah *Carcharhinus falciformis* (1kg). Secara umum ikan betina lebih banyak tertangkap daripada ikan jantan.

Kata penting: ikan hiu, nisbah kelamin, performa

Abstract

Shark fisheries in Indonesia are still relying on the natural catch. Several shark species are important fisheries commodities and are highly collected. Although there are several rules to control catch, usage, and conservation status, in practice, fishermen are less submissive. This study was conducted to obtain information about species diversity, performance, and sex ratio of sharks which were found in Cilacap Port in October to November 2015. The method used was purposive random sampling technique. Samples were taken four times with two weeks interval for each observation. The parameters were species number, total body length, body weight, morphometry and sex. Data were analyzed descriptively. Thirty six sharks were recorded during the sampling which consisted of 14 species. Among 36 individuals, 7 individuals were juveniles, 3 individuals were adolescence, and 26 individuals were adults. *Alopias superciliosus* (321 cm) was the longest species, while the shortest was *Sphyrna lewini* (59 cm); *Isurus oxyrinchus* was the heaviest (100 kg) species and the lightest species was *Carcharhinus falciformis* (1 kg). In general, female fish were obtained more than the males.

Keywords: shark, performans, sex ratio

Pendahuluan

Pelabuhan Perikanan Samudra Cilacap (PPSC) berada pada posisi 109°01'18,4"BT dan 07°43'31,2"LS. Hasil tangkapan nelayan yang didaratkan di PPSC diantaranya adalah ikan hiu. Hasil tangkapan dari Cilacap memberikan kontribusi 4,7% dari produksi ikan hiu Indonesia, sedangkan perairan Tanjung Luar-Lombok Timur memberikan kontribusi sebesar 5,2% (Fahmi & Dharmadi 2015).

Ikan hiu yang didaratkan di PPSC sebagian besar merupakan hasil tangkapan sampingan dari perikanan tuna yang menggunakan rawai tuna dan pukat di perairan Cilacap (Fahmi & Dharmadi 2015), maupun sebagai hasil tangkapan utama (PPSC 2007, Setiawan & Nugroho 2016). Grafik hasil tangkapan ikan hiu di PPSC meningkat dari tahun 2009-2014. Peningkatan hasil tangkapan selama kurun waktu 2009-2014 rata-rata sebesar 18,43% th^{-1} atau sekitar 305 ton th^{-1} atau 0,8 ton hr^{-1} . Berdasarkan data statistik pada tahun 2010-2014 terjadi peningkatan penangkapan hiu paitan

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: bhagawati_unsoed@yahoo.com

(*Alopias superciliosus*) mencapai 369,51%; hiu cakilan (*Isurus oxyrinchus*) meningkat sebesar 221,77% dan hiu martil (*Sphyrna lewini*) meningkat sebesar 101,73% (PPSC 2015).

Setiawan & Nugroho (2016) telah melakukan pemantauan ikan hiu yang didaratkan di PPSC pada periode Februari–April 2015 dan mencatat sebanyak 28 jenis, yang tergolong dalam 6 ordo, dan 10 famili. Berdasarkan *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) hiu yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Samudra Cilacap terdapat tiga kategori yaitu terancam (*endangered*), rawan (*vulnerable*), dan hampir terancam (*near threatened*).

Hiu merupakan salah satu jenis ikan yang dilindungi dan telah didukung dengan beberapa peraturan yang berlaku secara nasional maupun internasional. Menurut Fahmi & Dharmadi (2013a, 2013b, 2014), Fahmi & White (2015a 2015b), dan Sadili *et al.* (2015), di perairan Indonesia setidaknya ditemukan 117 jenis ikan hiu, yang termasuk ke dalam 25 genera.

Diantara beberapa jenis ikan hiu yang terdapat di Indonesia, enam ordo memiliki nilai ekonomis tinggi, dan diperdagangkan siripnya di pasar nasional maupun internasional. Namun menurut Fahmi & Dharmadi (2013a), kondisi saat ini hampir seluruh jenis ikan hiu yang bernilai ekonomis, berada dalam ancaman kelangkaan. Dijelaskan lebih lanjut bahwa dalam catatan IUCN, satu jenis hiu di Indonesia telah dikategorikan sebagai sangat terancam (*critically endangered*), lima jenis termasuk terancam (*endangered*), 23 jenis termasuk kategori rawan punah (*vulnerable*), serta 35 jenis hiu termasuk dalam kategori hampir terancam (*near threatened*).

Pengelolaan ikan hiu berkelanjutan membutuhkan beberapa data dan informasi mendasar, diantaranya adalah data tangkapan, keragaman jenis, dan data biologis ikan, sehingga dapat di-

katakan bahwa pengumpulan data perikanan yang akurat perlu ditingkatkan untuk mendukung penyusunan strateginya (Dharmadi *et al.* 2015, Sadili *et al.* 2015). Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang keragaman jenis ikan, performa, dan nisbah kelamin ikan hiu yang didaratkan di PPSC pada periode Oktober sampai dengan November 2015

Bahan dan metode

Pengamatan dilakukan di Pelabuhan Perikanan Samudra Cilacap (PPSC), periode 15 Oktober - 15 November 2015. Bahan pengamatan adalah sampel ikan hiu yang didaratkan di pelabuhan. Sampel ikan hiu diperoleh dari 10 kapal nelayan yang mendaratkan ikan hiu di PPSC dan ikan tersebut merupakan hasil tangkapan di perairan Samudra Hindia. Ikan hiu yang umumnya ditangkap menggunakan rawai tuna dan jaring insang.

Metode yang digunakan adalah survei dengan teknik pengambilan sampel bersyarat (*purposive sampling*). Sampel diambil sebanyak empat kali dengan selang waktu dua minggu. Variabel yang diamati adalah keragaman jenis, performa dan nisbah kelamin. Parameter yang diamati dan diukur untuk mengetahui keragaman jenis adalah jumlah jenis ikan hiu, karakter morfologi dan morfometrik, serta jumlah ikan jantan dan betina pada masing-masing jenis. Morfometrik dan ukuran tubuh untuk pengelompokan ikan, yaitu yuwana, ikan muda/remaja dan dewasa. Pengelompokan ukuran ikan ini berpedoman pada ukuran tubuh ikan dewasa dan saat dilahirkan yang ditulis oleh Compagno (1984); White *et al.* (2006a); dan Elst & King, (2006), yang dimodifikasi, yaitu apabila terdapat ikan yang memiliki panjang tubuh lebih panjang daripada ukuran saat dilahirkan, namun belum mencapai ukuran saat dewasa, maka dikelompokkan menjadi remaja.

Pengukuran morfometrik dilakukan terhadap bagian-bagian tubuh ikan hiu dan yang mengacu pada Rahmat (2011). Penghitungan nisbah kelamin dilakukan dengan membandingkan antara jumlah ikan jantan dan betina. Jenis kelamin ikan hiu dikenali dengan mengamati keberadaan organ kelamin sekunder, yaitu adanya *clasper* pada ikan jantan, sedangkan ikan betina tidak memiliki organ tersebut.

Ikan hiu diidentifikasi dan dideterminasi dengan mengacu pada White *et al.* (2006a) Fahmi & Dharmadi (2013a), dan Elst & King (2006). Hasilnya diverifikasi ke Pusat Penelitian Oseanografi (P2O), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indone-

sia (LIPI). Data dan informasi yang diperoleh dianalisis secara deskriptif.

Hasil

Ikan hiu yang didaratkan di PPSC pada periode 15 Oktober sampai dengan 15 November 2015, sebanyak 14 jenis yang termasuk ke dalam tiga ordo, tujuh famili, dan sembilan genera. Nama ordo, famili, genus, spesies dan nama lokal hiu yang tertangkap tercantum dalam Tabel 1. Performa ikan hiu yang tertangkap dan karakter morfologinya tersaji pada Tabel 2. Tiga jenis hiu diantaranya tergambarkan pada Gambar 1.

Tabel 1. Jenis ikan hiu yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Samudra Cilacap pada 15 Oktober-15 November 2015

Ordo/Famili	Spesies	Nama lokal
Carcharhiniformes		
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus brevipinna</i>	hiu jawa/ cucut
	<i>C. sorrah</i>	hiu koboy/ sorah
	<i>C. falciformis</i>	hiu lanjam
	<i>C. leucas</i>	hiu songot
	<i>Galeocerdo cuvier</i>	hiu buas
	<i>Prionace glauca</i>	hiu selendang
Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i>	hiu martil/ capingan/ jeplek
Triakidae	<i>Mustelus manazo</i>	hiu londer
Lamniformes		
Allopiidae	<i>Alopias pelagicus</i>	hiu monyet/tikusan
	<i>A. superciliosus</i>	hiu lutung/paitan
Lamnidae	<i>Isurus paucus</i>	hiu cakilan air
	<i>I. oxyrinchus</i>	hiu cakilan bagus
Pseudocarchariidae	<i>Pseudocarcharias kamoharai</i>	hiu buaya
Hexanchiformes		
Hexanchidae	<i>Heptranchias perlo</i>	hiu kapokan



Carcharhinus brevipinna



Galeocerdo cuvier



Sphyrna lewini

Gambar 1. Tiga jenis hiu yang tertangkap di Pelabuhan Perikanan Samudra Cilacap

Tabel 2. Karakter morfologi jenis ikan hiu yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Samudra Cilacap pada 15 Oktober-15 November 2015

Famili	Karakter morfologi
Hexanchidae	Satu sirip punggung, enam atau tujuh celah insang di bagian sisi kepalanya.
Sphyrnidae	Dua sirip punggung, lima buah celah insang di bagian sisi kepala dan bentuk kepala melebar ke samping, seperti martil.
Alopiidae	Kepala tidak melebar ke samping, dua sirip punggung, lima buah celah insang di bagian sisi kepala, panjang sirip ekor bagian atas hampir sama atau lebih panjang daripada separuh panjang total tubuhnya
Lamnidae	Kepala tidak melebar ke samping, dua sirip punggung, lima buah celah insang di bagian sisi kepala, panjang sirip ekor bagian atas jauh lebih pendek daripada separuh panjang total tubuhnya, sirip ekor hampir simetris, terdapat lunas (<i>keel</i>) pada kedua sisi pangkal ekornya
Pseudocarchariidae	Dua sirip punggung, lima buah celah insang di bagian sisi kepala, panjang sirip ekor bagian atas jauh lebih pendek daripada separuh panjang total tubuhnya, sirip ekor tidak simetris, bagian atas sirip ekor lebih panjang daripada bagian bawah, lunas di pangkal ekor tidak ada atau lemah, mata sangat besar, serta celah insang memanjang hingga bagian atas kepala.
Triakidae	Dua sirip punggung, lima buah celah insang di bagian sisi kepala, panjang sirip ekor bagian atas jauh lebih pendek daripada separuh panjang total tubuhnya, sirip ekor tidak simetris, bagian atas sirip ekor lebih panjang daripada bagian bawah, lunas di pangkal ekor tidak ada atau lemah, mata sangat besar, celah insang memanjang hingga bagian atas kepala, terdapat spirakel.
Carcharhinidae	Dua sirip punggung, lima buah celah insang di bagian sisi kepala, panjang sirip ekor bagian atas jauh lebih pendek daripada separuh panjang total tubuhnya, sirip ekor tidak simetris, bagian atas sirip ekor lebih panjang daripada bagian bawah, lunas di pangkal ekor tidak ada atau lemah, mata sangat besar, celah insang memanjang hingga bagian atas kepala, tidak memiliki spirakel, kecuali pada <i>Galeocerdo</i>

Gambar 2. Organ kelamin sekunder pada ikan hiu *S. lewini*

Jenis, performa, dan nisbah kelamin ikan hiu

Tabel 3. Kisaran nisbah morfometrik ikan hiu hasil tangkapan di Pelabuhan Perikanan Samudra Cilacap 15 Oktober – 15 November 2015

No	Bagian tubuh yang diukur	Spesies													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	panjang celah insang	0,08-0,08	0,07	0,03-0,05	0,03	0,08	0,06-0,07	0,08-0,09	0,07	0,08-0,09	0,07-0,08	0,08-0,10	0,08	0,04-0,51	0,07-0,08
2	lebar celah insang	0,06-0,07	0,07	0,02-0,03	0,04	0,04	0,03-0,04	0,05-0,06	0,06	0,05	0,04-0,05	0,08	0,08	0,07	0,11-0,13
3	preorbital length (POB)	0,09-0,11	0,10	0,09-0,11	0,09	0,08	0,10-0,11	0,08-0,12	0,08	0,06-0,08	0,02-0,03	0,06-0,07	0,07	0,08-0,10	0,07-0,08
4	prebranchial length (PGI)	0,24-0,28	0,27	0,24-0,27	0,24	0,24	0,22-0,25	0,24-0,26	0,08	0,23-0,25	23-26,8	0,23	0,25-0,29	0,32-0,36	0,20-0,21
5	head length (HL)	0,31-0,35	0,34	0,30-0,35	0,31	0,33	0,29-0,32	0,32-0,35	0,25	0,31-0,33	0,30-0,33	0,29-0,31	0,33-0,37	0,36-0,38	0,27-0,29
6	pre first dorsal length (PD1)	0,44-0,45	0,41	0,44-0,51	0,47	0,40	0,49-0,51	0,42-0,44	0,35	0,53-0,54	0,53-0,54	0,48-0,52	0,48-0,52	0,44-0,48	0,69-0,72
7	pre second dorsal length (PD2)	0,86-0,90	0,87	0,87-0,91	0,89	0,83	0,86-0,89	0,85-0,86	0,78	89,1-90,4	0,82-0,85	0,84-0,87	0,89-0,90	0,87-0,89	0
8	fork length (FL)	1,09-1,10	1,11	1,08-1,21	1,09	1,11	0,10	1,11-1,12	1,07	1,05-1,14	1,06-1,08	1,10-1,11	1,13-1,14	1,10-1,11	1,11-1,12
9	interdorsal space (IDS)	1,32-1,39	0,32	0,30-0,33	0,30	0,30	0,28-0,30	0,29-0,30	0,32	0,25-0,27	0,18-0,24	0,23-0,28	0,30-0,35	0,28-0,34	0,19-0,22
10	total length (TL)	0,29-0,30	1,41	1,35-1,41	1,38	1,37	1,37-1,41	1,67-1,73	1,23	1,98-2,19	1,90-2,08	1,25-1,31	1,32-1,36	1,25-1,28	1,41-1,45
11	dorsal caudal space (DCS)	0,08-0,08	0,09	0,09-0,13	0,08	0,11	10,8-11	0,09-0,10	0,14	0,08-0,09	0,94-0,10	0,09-0,12	0,12-0,17	0,10-0,12	0
12	prepectoral length (PP1)	0,44-0,46	0,28	0,27-0,33	0,28	0,24	0,29-0,30	0,30-0,32	0,24	0,28,30	0,28-0,31	0,28-0,31	0,33-0,37	0,27-0,34	0,27-0,29
13	prepelvic length (PP2)	0,87-0,90	0,68	0,65-0,70	0,65	0,65	0,66-0,71	0,64-0,67	0,59	0,68-0,75	0,72-0,77	0,72-0,77	0,70-0,73	0,64-0,67	0,58-0,60
14	preanal length (PAL)	0,836-0,88	0,85	0,81-0,87	0,87	0,82	0,84-0,88	0,80-0,85	0,83	0,93-0,96	0,95-0,96	0,90-0,92	0,91	0,68-0,72	0,79-0,81
15	pectoral pelvic space (PPS)	0,31-0,35	0,35	0,24-0,30	0,26	0,36	0,34-35	0,28	0,34	0,29-0,34	0,34-0,36	0,37-0,44	0,36-0,40	0,30-0,32	0,25-0,27
16	pelvic anal space (PAS)	0,10-0,14	0,12	0,14-0,17	0,17	0,86	0,13-0,14	0,11-0,12	0,21	0,06-0,10	0,11-0,13	0,08-0,12	0,10-0,20	0,10-0,17	0,07-0,13
17	anal caudal space (ACS)	0,10-0,14	0,09	0,07-0,11	0,08	0,86	0,10-0,11	0,83-0,88	0,10	0,04-0,07	0,02-0,06	0,06-0,07	0,10-0,15	0,07-0,09	0,09-0,14
18	pelvic caudal space (PCA)	0,23-0,45	0,29	0,26-0,30	0,29	0,20	0,27-0,30	0,25-0,28	0,37	0,14-0,17	0,18-0,19	0,16-0,21	0,26-0,29	0,18-0,28	0,26-0,29
19	snout vent length (SVL)	0,72-0,79	0,70	0,67-0,72	0,69	0,74	0,73-0,76	0,68-0,70	0,61	0,71-0,80	0,78-0,81	0,73-0,78	0,78-0,79	0,73-0,81	0,63-0,65
20	vent caudal length (VCL)	0,59-0,61	0,70	0,67-0,78	0,69	0,63	0,61-0,65	1,00-1,03	0,62	1,27-1,41	1,07-1,29	0,48-0,55	0,57-0,61	0,50-0,52	0,77-0,79
21	first dorsal anterior margin (DIA)	0,13-0,14	0,17	0,14-0,16	0,13	0,15	0,12-0,13	0,20-0,22	0,15	0,13-0,14	0,14-0,16	0,08-0,10	0,15-0,20	0,12-0,14	0,08-1,00
22	first dorsal posterior margin (DIP)	0,11-0,12	0,15	0,09-0,16	0,09	0,14	0,10-0,11	0,14-0,15	0,16	0,14-0,17	0,11-0,19	0,06-0,08	0,15-0,20	0,10-0,13	0,04-0,07
23	first dorsal height (DIH)	0,11-0,12	0,12	0,09-0,16	0,10	0,11	0,09-0,10	0,16-0,17	0,12	0,12-0,13	0,13-0,14	0,05-0,06	0,12-0,18	0,10-0,11	0,04-0,06
24	first dorsal base (DIB)	0,10-0,13	0,13	0,10-0,16	0,11	0,11	0,09-0,10	0,14-0,15	0,13	0,09-0,11	0,08-0,11	0,10-0,11	0,11-0,17	0,09-0,12	0,07-0,08
25	pectoral anterior margin (PIA)	0,21-0,21	0,20	0,18-0,30	0,29	0,20	27-29,9	0,17-0,18	0,17	0,33-0,36	0,34-0,36	0,10-0,13	0,27-0,32	0,20-0,23	0,13-0,14
26	pectoral posterior margin (PIP)	0,18-0,19	0,17	15-18,9	0,18	0,07	0,24-0,26	0,12-0,13	0,15	0,34-0,36	0,34-0,35	0,09-0,11	0,29-0,34	0,17-0,22	0,12-0,16
27	pectoral height (PIH)	0,19-0,19	0,19	18-21,3	0,18	0,18	0,27-0,30	0,14-0,16	0,16	0,33-0,36	0,33-0,34	0,09-0,11	0,29-0,33	0,20-0,21	0,14-0,16
28	pectoral base (PIB)	0,06-0,07	0,08	6,7-9,3	0,08	0,06	0,07-0,08	0,06-0,07	0,06	0,12-0,13	0,34-0,36	0,04-0,06	0,07-0,13	0,07-0,09	0,07-0,08
29	clasper outer length (CLO)	0,10	-	4	1	0,10	0,06-0,08	0,04	0,23	0,13	0,13	0,08-0,11	-	0,10-0,18	0,12
30	clasper inner length (CLI)	0,16	-	7	0,03	0,14	0,12-0,13	0,07	0,31	0,19	0,18	0,14-0,16	-	0,14-0,19	0,17
31	clasper base width (CLB)	0,02	-	1	0,04	0,02	0,02-0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02-0,03	-	0,01-0,02	0,02
32	prespiracular length (PSP)	-	-	-	-	0,16	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-
33	precaudal length (SL)	1	1	100	0,09	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

1. *C. brevipinna*
2. *C. sorrah*
3. *C. falciformis*
4. *C. leucas*

5. *Galeocerdo cuvier*
6. *Prionace glauca*
7. *Sphyrna lewini*
8. *Mustelus manazo*

9. *Alopias pelagicus*
10. *A. superciliosus*
11. *Pseudocarcharias kumoharai*
12. *Isurus paucus*

13. *I. oxyrinchus*
14. *Heptranchias perlo*

TL = *total length* (panjang total)
FL = *fork length* (panjang cagak), diukur mulai dari bagian terdepan moncong mulut sampai pangkal cabang ekor
SL = *precaudal length* (panjang standar) diukur mulai dari bagian terdepan moncong mulut sampai ujung gurat sisi
PD2 = *pre second dorsal length*, diukur mulai dari bagian terdepan moncong mulut sampai pangkal bagian depan sirip punggung belakang
PD1 = *pre first dorsal length*, diukur mulai dari bagian terdepan moncong mulut sampai pangkal bagian depan sirip punggung depan
HL = *head length*, diukur mulai dari bagian terdepan moncong mulut sampai bagian ujung celah insang belakang
PGI = *prebranchial length*, diukur mulai dari bagian terdepan moncong mulut sampai bagian depan celah insang depan
PSP = *prespiracular length* diukur mulai dari bagian terdepan moncong mulut sampai *spiracle*
POB = *preorbital length*, diukur mulai dari bagian terdepan moncong mulut sampai ujung bagian depan mata
PP1 = *prepectoral length*, diukur mulai dari bagian terdepan moncong mulut sampai depan celah insang bagian depan
PP2 = *prepelvic length*, diukur mulai dari bagian terdepan moncong mulut sampai depan sirip perut bagian depan
SVL = *snout vent length*, diukur mulai dari bagian terdepan moncong mulut sampai bagian tengah sirip perut tengah
PAL = *preanal length*, diukur mulai dari bagian terdepan moncong mulut sampai pangkal bagian depan sirip perut belakang
IDS = *interdorsal space*, diukur mulai dari bagian pangkal belakang sirip punggung depan sampai pangkal bagian depan sirip punggung belakang
DCS = *dorsal caudal space*, diukur mulai dari bagian pangkal belakang sirip punggung belakang sampai pangkal depan bagian ekor atas
PPS = *pectoral pelvic space*, diukur mulai dari bagian pangkal belakang sirip perut depan sampai bagian pangkal depan sirip perut tengah
PAS = *pelvic anal space*, diukur mulai dari bagian pangkal belakang sirip perut tengah sampai bagian pangkal depan sirip perut belakang
ACS = *anal caudal space*, diukur mulai dari bagian pangkal belakang sirip perut belakang sampai bagian pangkal depan ekor bawah
PCA = *pelvic caudal space*, diukur mulai dari bagian pangkal belakang sirip perut tengah sampai bagian pangkal depan ekor bawah
VCL = *vent caudal length*, diukur mulai dari bagian tengah sirip perut tengah sampai ujung ekor atas

Jenis, performa, dan nisbah kelamin ikan hiu

Tabel 4. Kisaran ukuran tubuh ikan hiu yang tertangkap selama pengamatan periode 15 Oktober-15 November 2015

No	Nama spesies	Panjang total (cm)	Bobot tubuh (kg)	Kategori ukuran (ekor)			Ukuran (cm) *	
				Yuwana	Remaja	Dewasa	Saat lahir	Dewasa
1	<i>C. brevipinna</i>	82-234	27-77	1	-	2	68-81	J: 190-200, B: 210-220
2	<i>C. sorrah</i>	130	12	-	-	1	50-55	J: 103-115, B: 110-118
3	<i>C. falciformis</i>	60-174	1-15	4	2	-	55-72	J: 183-204, B: 216-223
4	<i>C. leucas</i>	145	11	-	1	-	55-80	J: 197-226, B: 180-230
5	<i>G. cuvier</i>	304	66	-	-	1	51-76	J: 300-305, B: 250-350
6	<i>P. glauca</i>	236-244	51-53	-	-	2	35-44	J-B: 210-220
7	<i>S. lewini</i>	59-60	1,1-1,2	2	-	-	39-57	J: 165-175, B: 220-230
8	<i>M. manazo</i>	123	3	-	-	1	28	J: 85-87, B: 100
9	<i>A. pelagicus</i>	262-283	37,5-46	-	-	3	130-160	J: 240, B: 260
10	<i>A. superciliosus</i>	265-321	50-88	-	-	2	100-140	J: 276, B: 341
11	<i>I. paucus</i>	224-234	58-60	-	-	3	97-120	J: 205-228, B:
12	<i>I. oxyrinchus</i>	205-229	62-100	-	-	4	70	J: 195, B: 280
13	<i>P. kamoharai</i>	95-98	1,9-2	-	-	4	41	J: 74, B: 89
14	<i>H. perlo</i>	88-99	25-28	-	-	3	25	J: 75-85, B: 90-105
Total				7	3	26		

Keterangan:

* Rujukan: Compagno (1984), White *et al.* (2006a), Elst & King (2006)

J = jantan

B = betina

Tabel 5. Jenis kelamin tiap spesies ikan hiu pada masing-masing kelompok ukuran

No	Nama spesies	Jantan			Betina		
		Yuwana	Remaja	Dewasa	Yuwana	Remaja	Dewasa
1	<i>C. brevipinna</i>	-	-	1	1	-	1
2	<i>C. sorrah</i>	-	-	-	-	-	1
3	<i>C. falciformis</i>	-	1	-	4	1	-
4	<i>C. leucas</i>	-	-	-	-	1	-
5	<i>G. cuvier</i>	-	-	1	-	-	-
6	<i>P. glauca</i>	-	-	1	-	-	1
7	<i>S. lewini</i>	1	-	-	1	-	-
8	<i>M. manazo</i>	-	-	1	-	-	-
9	<i>A. pelagicus</i>	-	-	1	-	-	2
10	<i>A. superciliosus</i>	-	-	1	-	-	1
11	<i>I. paucus</i>	-	-	-	-	-	3
12	<i>I. oxyrinchus</i>	-	-	3	-	-	1
13	<i>P. kamoharai</i>	-	-	3	-	-	1
14	<i>H. perlo</i>	-	-	1	-	-	2
	Total	1	1	13	6	2	13

Berdasarkan hasil pengukuran bagian-bagian tubuh ikan hiu yang diamati (29-33 karakter) kemudian dibandingkan dengan panjang baku, maka diperoleh nilai nisbah morfometrik seperti yang tertera pada Tabel 3. Ikan yang memiliki kisaran panjang tubuh tergolong yuwana sebanyak tujuh ekor (19,44%), remaja tiga ekor (8,33%) dan dewasa 26 ekor (72,22%). Kelompok yuwana yang terbanyak *C. falciformis* (4 ekor), yang tergolong remaja terdiri atas dua jenis, yaitu *C. falciformis* (dua ekor) dan *C. leucas* (satu ekor). Kelompok hiu dewasa didominasi oleh *I. oxyrinchus* dan *P. kamoharai*. Nama dan kisaran ukuran tubuh pada masing-masing jenis tertera pada Tabel 4.

Pengamatan terhadap keberadaan organ kelamin sekunder (Gambar 2) menunjukkan bahwa ikan hasil tangkapan didominasi oleh jenis kelamin betina. Jumlah individu jantan dan betina pada masing-masing kelompok ukuran tertera pada Tabel 5. Ikan betina pada kelompok yuwana dan remaja memiliki jumlah lebih banyak dibandingkan ikan jantan, sedangkan pada kelompok dewasa antara ikan jantan dan betina jumlahnya seimbang.

Pembahasan

Selama penelitian, ikan hiu yang tertangkap dengan rawai tuna yang didaratkan di PPSC, berjumlah 14 jenis dengan ukuran panjang tubuh beragam. Ciri morfologi ikan hiu yang tertangkap secara umum sesuai dengan hasil pengamatan beberapa peneliti sebelumnya (White *et al.* 2006a, Rahmat 2011, Fahmi & Dharmadi 2013a) dan tidak ditemukan jenis hiu yang memiliki ciri spesifik dan mengarah pada subspecies.

Performa hiu *C. brevipinna*, yang mudah dikenali adalah pada setiap ujung sirip berwarna hitam, sedangkan ciri yang dimiliki *C. falciformis* justru kebalikannya, yaitu semua ujung siripnya tidak berwarna hitam. Ikan hiu *C. sorrah* memiliki karakter morfologi ujung sirip kedua, sirip dada, dan bagian bawah sirip ekor berwarna hitam, sedangkan ciri khas *C. leucas* yaitu setengah dari sirip dada bagian dalam berwarna hitam, moncong sangat pendek dan bulat melebar (tampak dari arah bawah). Hasil pengukuran morfometrik terhadap genus *Carcharhinus* juga menunjukkan bahwa *C.*

brevipinna memiliki nisbah panjang celah insang (0,08) yang lebih tinggi dibandingkan ketiga spesies lainnya. Hiu *C. falciformis* memiliki *pectoral posterior margin* (PIP) (15-18,9), *pectoral height* (PIH) (18-21,3); *pectoral base* (PIB) (6,7-9,3), *clasper outer length* (CLO) (4), *clasper inner length* (CLI) (7), *clasper base width* (CLB) (1) dan *precaudal length* (SL) (100), dengan kisaran nisbah yang lebih tinggi dibandingkan ketiga spesies lainnya.

Genus *Alopias* yang tertangkap sebanyak dua spesies, yaitu *A. pelagicus* dan *A. superciliosus*. Ciri khusus yang membedakan antara *A. pelagicus* dengan *A. superciliosus* adalah ukuran mata, bentuk ujung sirip ekor dan keberadaan lekukan di bagian tengkuk. *A. pelagicus* memiliki ukuran mata relatif kecil dan sirip ekor dengan ujung bagian atas tumpul, sedangkan *A. superciliosus* memiliki mata relatif besar, sirip ekor dengan ujung bagian atas lancip, dan terdapat lekukan dalam di bagian tengkuk.

Hiu genus *Iurus* yang tertangkap sebanyak dua spesies, yaitu *I. paucus* dan *I. oxyrinchus*. Ciri khusus yang menjadi pembeda antara kedua spesies tersebut adalah perbandingan antara *pectoral height* (PIH) dengan *precaudal length* (SL), pada *I. oxyrinchus* ukuran *pectoral height* (PIH) 20% *precaudal length* (SL), sedangkan pada *I. paucus* memiliki ukuran *pectoral height* (PIH) 30% *precaudal length* (SL).

G. cuvier pada bagian dorsal memiliki pola hitam-putih, moncong sangat pendek dan bulat tumpul (tampak dari arah bawah). *P. glauca* memiliki sirip dada sangat panjang seperti sabit besar dan punggung berwarna biru. Hiu martil atau *S. lewini* memiliki kepala melebar ke samping seperti martil, tepi kepala bagian depan sangat melengkung, dan terdapat lekukan dalam di tengahnya.

M. manazo yang merupakan anggota famili Triakidae memiliki spirakel tepat di belakang mata, terdapat gurat menonjol di bawah mata, dan panjang total maksimal 128 cm. *H. perlo* mempunyai ciri khusus yaitu gigi bagian bawah memiliki lima baris gigi yang berbentuk sisir.

Ikan hiu yang mendominasi hasil tangkapan nelayan dan didaratkan di PPSC selama pengamatan adalah anggota Ordo *Carcharhiniformes*, yaitu Famili *Carcharhinidae*, *Sphyrinidae*, dan Famili *Triakidae*. Famili *Carcharhinidae* yang tertangkap berjumlah empat jenis dan merupakan yang terbanyak daripada jenis lainnya. Keempat jenis tersebut yaitu *Carcharhinus brevipinna*, *C. longimanus*, *C. falciformis* dan *C. sorrah*. Keadaan ini juga dilaporkan oleh PPSC (2015) bahwa selama 2011-2015 kegiatan penangkapan ikan hiu mengalami peningkatan dan dari 11 jenis yang tercatat, empat jenis diantaranya merupakan genus *Carcharhinus*. Beragamnya jenis *Carcharhinus* yang tertangkap menunjukkan bahwa keempat jenis ikan tersebut memiliki tingkah laku, kebiasaan hidup serta wilayah sebaran relatif sama. Adanya kemiripan itu akan memudahkan nelayan dalam menentukan cara tangkap, alat yang digunakan serta lokasi penangkapan. Menurut Compagno (1984), *C. Brevipinna* merupakan jenis hiu yang aktif bergerombol, kadang melakukan gerakan berputar keluar dari air ketika menangkap gerombolan ikan yang menjadi mangsanya. Hiu ini hidup pada kedalaman antara 0-100 m, dan dijumpai di daerah pantai dari sekitar pantai sampai kedalaman 75 m.

Hasil penelitian terhadap jenis ikan hiu yang berbasis di PPSC pada Februari-April 2015 diperoleh 28 jenis (Setiawan & Nugroho 2015). Apabila dibandingkan dengan dua hasil penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa jenis ikan yang tertangkap pada tempat yang sama tetapi waktu penangkapan berbeda, ternyata jenis ikan yang diperoleh tidak

selalu sama. Keadaan itu terjadi kemungkinan berkaitan dengan kebiasaan ruaya yang berlainan dari tiap jenis ikan hiu serta perbedaan kondisi perairan setempat dari waktu ke waktu. Mengingat keberadaan ikan hiu pada suatu perairan diantaranya disebabkan oleh ketersediaan pakan yang disukai. Menurut Simeon *et al.* (2015), ikan hiu akan berada di perairan yang subur untuk mencari mangsa. Hal tersebut tidak dapat dilepaskan dari proses rantai makanan. Perairan yang subur membuat ikan-ikan kecil datang. Ikan kecil yang berada pada jenjang trofik (*trophic level*) rendah akan mengundang ikan yang berada pada jenjang trofik yang lebih tinggi.

Ikan hiu yang didaratkan di PPSC pada bulan Oktober-November 2015 memiliki jenis yang lebih beragam daripada yang didaratkan di TPI Tanjung Luar pada bulan Juni 2015. Sentosa (2016) telah melakukan penelitian jenis ikan hiu yang ditangkap menggunakan rawai permukaan dan berbasis di TPI Tanjung Luar pada tanggal 11-26 Juni 2015. Selama periode penangkapan diperoleh sebanyak 40 ekor ikan hiu yang terdiri atas delapan jenis dari tiga famili. Famili Carcharhinidae terdiri atas *Carcharinus falciformis* (67,5%), *C. obscurus* (7,5%), *C. longimanus* (2,5%), *Galeocerdo cuvier* (2,5%), dan *Prionace glauca* (5%). Famili Alopiidae mencakup *Alopias pelagicus* (2,5%) dan *A. superciliosus* (7,5%). Famili Sphyrnidae yang mencakup satu spesies, yakni *Sphyrna lewini* (5%).

Hasil pengamatan pada penelitian ini dan hasil penelitian yang dilakukan Sentosa (2016) maupun oleh Fahmi & Dharmadi (2015) di Tanjung Luar, menunjukkan adanya perbedaan jumlah jenis ikan hiu yang diperoleh. Hal ini dapat dimaknai bahwa komposisi spesies ikan hiu pada tiap perairan berbeda. Keadaan tersebut juga mengindikasikan bahwa persebaran ikan hiu dari waktu ke waktu tidak sama dan hal itu diduga berkaitan dengan karakter

tingkah laku yang spesifik masing-masing spesies serta kondisi perairan setempat serta cara dan alat tangkap yang digunakan. Menurut Bartram & Kaneko (2009), komposisi jumlah dan jenis ikan target serta hasil tangkap sampingan rawai tuna sangat dipengaruhi oleh konfigurasi alat tangkap terutama posisi mata pancing didalam air (*the depth of hooks*).

Jangkauan persebaran tiap jenis ikan hiu tidak sama, sehingga sangat dimungkinkan bahwa pada lokasi yang berbeda akan diperoleh jenis ikan yang berbeda pula. Adapun kondisi perairan yang terkait erat dengan persebaran ikan hiu tersebut diantaranya adalah kedalaman dan temperatur karena kedua faktor ini dianggap relatif tidak berubah (Stevens 1989), ketersediaan pakan (Simeon *et al.* 2015), serta adanya perbedaan kemampuan dalam melakukan gerakan vertikal saat mencari pakan (Zhu *et al.* 2012).

Adanya perbedaan tingkat aktivitas penangkapan dan alat yang digunakan juga menjadi salah satu penyebab terjadinya perbedaan anara jumlah jenis ikan hiu yang tertangkap dan didaratkan di PPSC dengan yang didaratkan di Pelabuhan Tanjung Luar, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. Aktivitas nelayan tangkap di Cilacap cenderung musiman dan ikan hiu bukan merupakan target utama tangkapan. Mengingat kegiatan penangkapan bersifat musiman, maka secara umum nelayan di Cilacap mengenal dua musim yang digunakan sebagai pedoman untuk melaut, yaitu musim barat dan timur. Musim barat biasanya terjadi bersamaan dengan musim penghujan, yaitu antara bulan Desember sampai dengan Februari. Cuaca saat musim barat sangat buruk, antara lain angin bertiup sangat kencang, gelombang besar, hujan lebat, dan terjadi badai, sehingga aktivitas penangkapan rendah. Musim timur biasanya terjadi pada musim kemarau yaitu bulan Juni sampai dengan Oktober yang

dicirikan dengan perairan relatif tenang serta angin bertiup tidak terlalu kencang, sehingga aktivitas penangkapan cukup tinggi. Apabila kondisi cuaca sangat buruk, seringkali nelayan Cilacap tidak melaut, sehingga pendaratan ikan hiu di PPSC cenderung bersifat musiman. Akan tetapi mengingat nelayan yang melaut di Perairan Samudra di selatan Pulau Jawa telah berpengalaman, beberapa orang diantaranya mampu mengatasi kondisi yang kurang mendukung tersebut, dan aktivitas penangkapan masih dapat dilakukan walaupun hasilnya kurang optimal.

Berbeda kondisinya dengan aktivitas penangkapan hiu oleh nelayan yang berbasis di Pelabuhan Tanjung Luar di Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. Dilaporkan oleh Sentosa (2016) bahwa di kawasan Nusa Tenggara Barat ikan hiu merupakan target utama tangkapan nelayan, sehingga untuk mencapai target tersebut ditempuh berbagai cara. Diantaranya adalah dengan menangkap ikan umpan terlebih dahulu selama perjalanan menuju lokasi penangkapan hiu di Samudra Hindia sebelah barat Pulau Sumba dengan hari efektif penangkapan selama delapan hari, kemudian baru dilanjutkan dengan menangkap ikan target utama.

Perbedaan jumlah jenis ikan hiu yang didaratkan di PPSC dan di Tanjung Luar, juga dilaporkan oleh Fahmi & Dharmadi (2015), yang melakukan pemantauan ikan hiu dari perairan Cilacap-Jawa Tengah pada tahun 2006-2013 dan di Tanjung Luar- Lombok Tengah pada Februari 2012-Januari 2013. Berdasarkan pengamatan tersebut diketahui bahwa meskipun komposisi jenis hiu yang tertangkap berbeda, tetapi terdapat persamaan dalam hal dominasi spesies pada tangkapan utama maupun tangkapan sampingan. Ikan hiu yang merupakan hasil tangkapan utama didominasi oleh hiu lanjaman *C. falciformis*, sedangkan tangkapan sampingan dari perikanan tuna didominasi oleh hiu

selendang *P. glauca*. Hal itu memberikan gambaran bahwa secara alami kedua spesies tersebut berjumlah lebih banyak daripada spesies lainnya. Kondisi tersebut terjadi kemungkinan berkaitan dengan sifat hidupnya, karakter reproduksi yang dimiliki, tingginya toleransi terhadap habitatnya serta jangkauan persebarannya.

Ikan hiu *C. falciformis* dan *P. glauca* memiliki kebiasaan hidup oseanik dan pelagis, namun jangkauan persebaran *P. glauca* lebih luas (White *et al.* 2006a). Dijelaskan lebih lanjut bahwa ikan *C. falciformis* lebih banyak terdapat di lepas pantai dekat dengan daratan, biasanya dekat permukaan, tetapi kadang dijumpai hingga kedalaman 500 m. Sementara itu, *P. glauca* dapat hidup dari lapisan permukaan hingga kedalaman 800 m serta mampu beruaya dengan jarak yang jauh.

Karakter reproduksi masing-masing jenis ikan hiu tidak sama dan jumlah anak yang dilahirkan juga berbeda. Adanya perbedaan tersebut menjadi salah satu penyebab adanya dominansi jenis ikan yang tertangkap. Terdapat jenis ikan hiu yang frekuensi melahirkannya lebih sering dibandingkan dengan lainnya. Disamping itu juga terdapat jenis ikan hiu yang dalam sekali melahirkan anak dalam jumlah banyak, sehingga secara alami jenis ikan tersebut jumlahnya lebih melimpah dibandingkan lainnya, seperti yang terjadi pada *C. falciformis* dan *P. glauca*. White *et al.* (2006a) menyatakan bahwa ikan hiu *C. falciformis* memiliki jumlah anak 1–16 ekor, perkembangbiakan terjadi setiap tahun. *P. glauca* melahirkan anak berjumlah 4–135 ekor (biasanya 15–30 ekor) dalam setahun atau setiap dua tahun (Compagno 1984).

Melimpahnya jumlah *C. falciformis* dan *P. glauca* di alam, juga dilaporkan oleh Compagno (1984). *C. falciformis* merupakan salah satu dari tiga spesies hiu yang paling melimpah di dunia. Dua spesies lainnya yang melimpah adalah *P. glauca*

dan *C. longimanus* yang merupakan jenis hiu pelagis dan tersebar luas di daerah perairan tropis dan subtropis (Campagno 1984). Menurut Fahmi & Dharmadi (2013a), salah satu hiu yang dominan tertangkap di wilayah paparan benua di Indonesia adalah *C. falciformis*.

Jenis lain yang tertangkap selama pengamatan adalah hiu tikusan yang termasuk Ordo Lamniformes, Famili Alopiidae dan Genus *Alopias*. Terdapat tiga jenis *Alopias* yaitu *A. vulpinus*, *A. superciliosus*, dan *A. pelagicus*, namun di perairan Indonesia diketahui hanya ada dua jenis yang baru teridentifikasi yaitu *A. pelagicus* dan *A. superciliosus* (Dharmadi *et al.* 2012). Selama pengambilan sampel terdapat *A. pelagicus* dewasa sebanyak tiga ekor, yaitu satu jantan dan dua betina, sedangkan *A. superciliosus* diperoleh satu jantan dan satu betina, yang tergolong dewasa. Kedua jenis hiu tersebut memiliki karakter dan kebiasaan hidup relatif sama, sehingga wilayah sebaran dan peluang untuk tertangkap tidak jauh berbeda. Menurut Hanan *et al.* (1993), Famili Alopiidae merupakan predator aktif dan bentuk ekor yang panjang digunakan untuk mengumpulkan mangsa. Dharmadi *et al.* (2012) menginformasikan bahwa *A. pelagicus* bersama dengan *A. superciliosus* pada umumnya tertangkap dengan jaring insang permukaan yang biasa digunakan nelayan sebagai umpan untuk menangkap tuna-cakalang di perairan Samudra Hindia tetapi kadang-kadang tertangkap juga dengan pancing tuna.

Jenis hiu kapokan (*H. perlo*) yang tertangkap selama penelitian sebanyak tiga ekor, satu ekor jantan dan dua ekor betina, semuanya sudah tergolong dewasa. Menurut White *et al.* (2006b), tiga dari empat jenis ikan hiu Famili Hexanchidae dijumpai di pasar ikan di Indonesia, yaitu *Heptranchias perlo*, *Hexanchus griseus* dan *H. nakamurai*. Tetapi jenis yang paling melimpah adalah *H. Per-*

lo, yang memiliki persebaran secara tumpang tindih di semua perairan beriklim sedang dan tropis (White & Dharmadi 2010). Hiu kapokan betina yang tertangkap jumlahnya lebih banyak daripada jantan. Hasil yang sama juga dilaporkan White & Dharmadi (2010) yang melakukan pengamatan dalam 21 perjalanan survei antara April 2001 dan Maret 2006 di berbagai lokasi pendaratan ikan di Indonesia.

Hiu buaya *P. kamoharai* yang tertangkap selama penelitian sebanyak empat ekor dan tergolong dewasa, terdiri atas tiga ekor jantan dan satu ekor betina. Menurut Tampubolon *et al.* (2016), hiu buaya merupakan salah satu spesies non target yang turut tertangkap dengan rawai tuna. Ikan ini merupakan ikan buangan yang umumnya hanya diambil hatinya.

Hiu buaya jantan yang tertangkap jumlahnya lebih banyak daripada betina, dan hasil tersebut berbeda dengan yang diperoleh Tampubolon *et al.* (2016) maupun Dai *et al.* (2012), yang mendapatkan kondisi seimbang antara jantan dan betina. Tampubolon *et al.* (2016) mengamati hasil tangkapan nelayan yang berbasis di Palabuhanratu, Cilacap, serta Benoa pada Februari 2012 hingga Oktober 2014, mendapatkan hiu buaya dewasa dengan nisbah kelamin seimbang. Terjadinya keseimbangan tersebut dapat dipahami karena semenjak dari dalam uterus, peluang lahirnya ikan jantan dan betina adalah sama. Menurut Dai *et al.* (2012), sejak dalam uterus, hiu buaya memiliki nisbah kelamin yang seimbang. Mengingat dalam masing-masing uterus terdapat satu ekor calon anak, sehingga tidak terdapat perbedaan jumlah ikan jantan dan betina yang dilahirkan.

Berdasarkan jenis kelaminnya, secara umum dapat dikatakan bahwa ikan betina jumlahnya lebih banyak (58,33 %) dibandingkan ikan jantan (41,66%). Mestinya nisbah kelamin ikan di alam

adalah mendekati 1 : 1, akan tetapi dalam kenyataannya kondisi itu tidak selalu tercapai. Terjadinya ketidak seimbangan tersebut dapat dipicu oleh beberapa hal, diantaranya adanya perbedaan sifat pertumbuhan antara ikan jantan dan betina yang pada akhirnya berpengaruh terhadap perbedaan laju kematian alami ikan jantan dan betina (Bal & Rao 1984, Schaefer 2001, Lambert *et al.* 2003). Selain itu, juga terkait dengan aktivitas ruaya, terutama saat menjelang dan selama pemijahan.

Banyaknya ikan betina yang didaratkan di PPSC pada 15 Oktober-15 November 2015, kemungkinan karena beberapa jenis ikan yang tertangkap sedang menjelang mijah, sehingga ikan betina lebih aktif mencari pakan untuk mendukung kematangan gonadnya. Nikolsky (1963) berpendapat bahwa pada umumnya ikan betina lebih dominan daripada ikan jantan, karena ikan betina lebih aktif mencari pakan untuk menutrisi tubuhnya agar gonad dapat berkembang dengan baik dan menghasilkan telur yang baik pula. Selain itu, ketidakseimbangan tersebut kemungkinan merupakan strategi masing-masing jenis ikan dalam mempertahankan populasinya. Hal itu juga disampaikan oleh Adrim (2007) bahwa tingginya populasi ikan hiu betina di alam akan menjamin tingkat reproduksinya.

Simpulan

Ikan hiu yang tertangkap sebanyak 14 spesies yang termasuk ke dalam tiga ordo, tujuh famili, dan sembilan genera. Berdasarkan ukuran tubuhnya ikan hiu yang tertangkap tergolong dalam kategori yuwana, remaja dan dewasa. Jumlah ikan betina lebih banyak daripada jantan.

Persantunan

Disampaikan terimakasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi atas dana yang dibe-

rikan untuk melaksanakan penelitian melalui skim Hibah Bersaing tahun 2015 dan 2016; serta kepada LPPM Unsoed yang telah memfasilitasi hingga penelitian ini dapat terlaksana. Ucapan terima kasih yang mendalam disampaikan kepada Ir. Wahid, M.Si., Sangadji, SE., dan Eko Yuliani, A. Pi., yang telah membantu dalam pengurusan administrasi di PPSC, serta kepada Agung Ferieigha Nugroho, S.Pi., Iwan Setiawan, S. Pi dan Sdr. Iqbal. yang telah membantu selama pengambilan sampel di PPSC. Kepada Fahmi, S.Si., M.Phil. dari Pusat Penelitian Oseanografi (P2O), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), disampaikan terima kasih atas kesediaannya melakukan verifikasi hasil identifikasi ikan hiu.

Daftar pustaka

- Adrim M. 2007. *Penelitian Keanekaragaman Hayati Ikan Hiu dan Pari (Elasmobranchii) di Indonesia*. Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI. Jakarta. 36 hlm.
- Ball DV, Rao KV. 1984. *Marine Fisheries*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi. 250 p.
- Bartram PD, Kaneko JJ. 2009. Preliminary responsible development plan for the American Samoa longline fishery. PacMar, Inc. Hawaii. 85 p.
- Compagno LJ. 1984. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part 1. Hexanchiformes to Lamniformes. *FAO Fish Synopsis*, 125(4/1): 1-249.
- Dai XJ, Zhu JF, Chen XJ, Xu LX, Chen Y. 2012. Biological observations on the crocodile shark *Pseudocarcharias kamoharai*. *Journal of Fish Biology*, 80(5): 1207-1212.
- Dharmadi, Fahmi, Satria F. 2015. Fisheries management and conservation of sharks in Indonesia. *African Journal of Marine Science*, 37(2): 249-258
- Dharmadi, Fahmi, Triharyuni, S. 2012. Aspek biologi dan fluktuasi hasil tangkapan cucut tikus-an (*Alopias pelagicus*) di Samudera Hindia. *Bawal. Widya Riset Perikanan Tangkap*, 4(3): 131-139.

- Elst RVD, King D. 2006. *A photographic Guide to Sea Fishes of Southern Africa*. Struik Publishers, Singapore. 144 p.
- Fahmi, Dharmadi. 2013a. *Tinjauan Status Perikanan Hiu dan Upaya Konservasinya di Indonesia*. Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 179 hlm.
- Fahmi, Dharmadi. 2013b. *Pengenalan Jenis-jenis Hiu di Indonesia*. Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan. Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta. 63 hlm.
- Fahmi, Dharmadi. 2014. First confirmed record of the white shark *Carcharodon carcharias* (Lamniformes: Lamnidae) from Indonesia. *Marine Biodiversity Record*, (7)53: 1-3
- Fahmi, Dharmadi 2015. Pelagic shark fisheries of Indonesia's Eastern Indian Ocean Fisheries Management Region. *African Journal of Marine Science*, 37(2): 259-265.
- Fahmi, White WT. 2015a. First record of the basking shark *Cetorhinus maximus* (Lamniformes: Cetorhinidae) in Indonesia. *Marine Biodiversity Record*, (8)18: 1-3
- Fahmi, White WT. 2015b. *Atelomycterus erdmani*, a new species of catshark (Scyliorhinidae: Carchariniformes) from Indonesia. *Journal of the Ocean Science Foundation*, 14: 14-27.
- Hanan DA, Hoks DB, Coan AL Jr.1993.The California drift gill net fishery for sharks and swordfish, 1981-82 through 1990-91. *Fish Bulletin California Department of Fish and Game* 175: 1-93
- Lambert Y, Yaragina NA, Kraus G, Marteinsdottir G, Wright PJ. 2003. Using environmental and biological indices as proxies for egg and larval production of marine fish. *Journal of North-west Atlantic Fishery Science*, 33: 115-159
- Nikolsky GV. 1963. The ecology of fishes. Translated from Russian by L. Birkett. Academic Press. New York. 352 p.
- PPSC (Pelabuhan Perikanan Samudera Cilacap). 2007. *Laporan Tahunan 2007*. Kementerian Kelautan dan Perikanan, Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. Cilacap. 52 hlm.
- PPSC (Pelabuhan Perikanan Samudera Cilacap). 2015. *Laporan Tahunan 2010-2014*, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. Cilacap. 40 hlm.
- Rahmat E. 2011. Teknik pengukuran morfometrik pada ikan cucut di Perairan Samudera Hindia, *Jurnal Buletin Teknik Litkayasa*. 9(2): 2-3.
- Sadili D, Fahmi, Dharmadi, M. Sarmintohadi, Ramli I. 2015. *Pedoman Identifikasi dan Pendataan Hiu Apendiks II CITES*. Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan. Kementerian Kelautan dan Perikanan. 64 hlm.
- Schaefer KM. 2001. Reproductive biology of tunas. In: Block B, Stevens E (editor). *Fish Physiology*, vol. 19 (Tuna: Physiology, Ecology, and Evolution). Academic Press, London. pp. 225-270.
- Sentosa AA. 2016. Profil penangkapan hiu oleh kapal nelayan rawai permukaan di perairan barat Pulau Sumba. In: Isnansetyo et al. (Penyunting). *Prosiding Seminar Nasional Tahunan XIII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2016*. Jilid II: Manajemen Sumberdaya Perikanan. Departemen Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. pp. 315-325
- Setiawan I, Nugroho AF. 2016. Jenis dan jumlah tangkapan hiu di perairan Laut Selatan. In: Dharmadi & Fahmi (Editor). *Prosiding Simposium Hiu dan Pari di Indonesia*. Bogor, 10 Juni 2015. Kerjasama Kementerian Perikanan dan Kelautan. dan WWF Indonesia. pp. 9-13
- Simeon BM, Baskoro MS, Gautama DA. 2016. Kebiasaan makan hiu kejen (*Carcharinus falciformis*): studi kasus pendaratan hiu di PPP Muncar Jawa Timur *Marine Fisheries*, 6(2): 203-209.
- Stevens JD. 1989. *Sharks Australia*. 2nd ed. Wel-don Owen Pty, Ltd. Sydney. 288 p.
- Tampubolon PRAP, Novianto D, Barata A. 2016. Beberapa aspek penangkapan, sebaran ukuran, dan nisbah kelamin hiu buaya *Pseudocarcharias kamoharai* (Matsubara, 1936) pada perikanan rawai tuna di Samudra Hindia. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(2): 115-124.
- White WT, Dharmadi. 2010. Aspects of maturation and reproduction in hexanchiform and squaliform sharks. *Journal of Fish Biology*, 76(6): 1362-1378.
- White WT, Last PR, Stevens JD, Yearsley GK, Fahmi, Dharmadi. 2006a. Economically important sharks and rays of Indonesia. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), Canberra. 329 p.
- White WT, Giles J, Dharmadi, Potter I. C. 2006b. Data on the bycatch fishery and reproductive biology of mobulid rays (Myliobatiformes) in Indonesia. *Fisheries Research*, 82(1-3): 65-73.

- Zhu J, Xu L, Xiaojie D, Xinjun C, Yong C. 2012. Comparative analysis of depth distribution for seventeen large pelagic fish species captured in a longline fishery in the Central-Eastern Pacific Ocean. *Scientia Marina*, 76(1): 149-157.

Kematangan gonad dan tipe pemijahan ikan lais, *Ompok miostoma* (Vaillant, 1902) di Daerah Aliran Sungai Mahakam Kalimantan Timur

[Gonad maturity and spawning type of silurid catfishes, *Ompok miostoma* (Vaillant, 1902) from Mahakam watershed, East Kalimantan]

Jusmaldi^{1✉}, Dedy Duryadi Solihin², Ridwan Affandi³, MF Rahardjo³, Rudhy Gustiano⁴

¹Program Studi Biologi FMIPA Universitas Mulawarman Samarinda,
Jln. Barong Tongkok no 4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda 7512

²Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

³Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

⁴Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar,
Jl. Sempur No.1, Bogor 16154

Diterima: 2 Mei 2017; Disetujui: 23 Mei 2017

Abstrak

Ikan lais *O. miostoma* (Vaillant 1902) adalah spesies ikan endemik di Daerah Aliran Sungai (DAS) Mahakam Kalimantan Timur. Aspek biologi reproduksi ikan ini belum pernah diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik tahap kematangan gonad, ukuran telur, dan tipe pemijahan. Pengambilan contoh ikan dilakukan setiap bulan, dari bulan November 2013 sampai Oktober 2014 menggunakan berbagai jenis alat tangkap pada empat lokasi penelitian di DAS Mahakam yang meliputi: Danau Semayang, Sungai Belayan, Sungai Siran, dan Sungai Tering. Penentuan tingkat kematangan gonad ikan lais dilakukan dengan metode pemeriksaan morfologis dan histologis. Tipe pemijahan ikan lais ditentukan berdasarkan sebaran diameter telur. Hasil penelitian menunjukkan ada lima tahap kematangan gonad jantan dan betina ikan lais. Sebaran diameter telur pada tahap matang gonad berkisar dari 0,54 - 1,30 mm dengan tipe pemijahan serempak.

Kata penting: tingkat kematangan gonad, sebaran diameter telur, tipe pemijahan, ikan lais, Sungai Mahakam

Abstract

Silurid catfishes *O. miostoma* (Vaillant, 1902) is an endemic species in Mahakam Watershed East Kalimantan. Biology reproduction aspect of this species is not yet known. The purpose of this study was to determine the stages of gonad maturation characteristics, egg size, and spawning type. Fish sampling conducted monthly from November 2013 to October 2014, using many gears at four locations in Mahakam Watershed, i.e: Semayang Lake, Belayan River, Siran River and Tering River. To determine the stages of gonad maturation in silurid catfishes were carried out by morphologic and histologic examination methods. Spawning fish type was determined based on the distribution of eggs diameter. The results of this research showed that there are five gonad maturation stages of males and females of silurid catfishes. Distribution of eggs diameter in gonad maturity stages ranges from 0.54 – 1.30 mm with simultaneous spawning type.

Key words: gonad maturation stages, distribution of eggs diameter, spawning type, Silurid catfishes, Mahakam River

Pendahuluan

Ikan lais *Ompok miostoma* (Vaillant, 1902) termasuk di dalam anggota famili Siluridae merupakan spesies ikan air tawar bersungut (*catfishes*), endemik Sungai Mahakam Kalimantan Timur (Kottelat 2013). Ikan ini sebelumnya diidentifikasi sebagai *O. bimaculatus* (Bloch, 1794) (Christensen 1992, Kottelat 1994). Habitat ikan ini ditemukan di sepanjang aliran Sungai

Mahakam terutama di kawasan hulu dan tengah termasuk danau, rawa, dan anak sungainya.

Informasi biologi reproduksi spesies ikan dalam genus *Ompok* baru diketahui pada beberapa spesies tertentu seperti *O. hypophthalmus* di Sungai Kampar Riau (Sjafei *et al.* 2008, Elvyra 2009), *O. pabda* di Sungai Gomoti dan Muhuri Tripura India (Banik *et al.* 2012, Gupta *et al.* 2014), dan *O. malabaricus* di Sungai Amara-vathy Tamil Nadu India (Arthi *et al.* 2013).

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: aldi_jus@yahoo.co.id

Pada berbagai jenis *catfishes*, perkembangan gonad berdasarkan pengamatan morfologis dan histologis dilaporkan berbeda pada masing-masing spesies. Pada *Auchenoglanis occidentalis* proses kematangan gonad terbagi atas enam tahap (Shinkafi & Ipinjolu 2012) dan *Eutropiichthys vacha* terbagi atas lima tahap (Soomro *et al.* 2012).

Tipe pemijahan juga berbeda antar spesies ikan, hal tersebut berkaitan erat dengan perkembangan sel telur di dalam ovariumnya. Berdasarkan dinamika pengorganisasian sel telur dalam ovarium, Murua & Saborido-Rey (2003) mengemukakan ada tiga tipe pemijahan ikan, yakni (1) Sinkroni, yaitu seluruh sel telur berkembang dan diovolasikan pada waktu yang sama. Ovari seperti ini dapat ditemukan pada ikan teleostei yang pemijahannya hanya sekali dan kemudian mati; (2) Sinkroni berkelompok, yaitu ikan yang memiliki dua populasi sel telur. Sel telur yang besar dikeluarkan pada musim pemijahan pertama dan selanjutnya sel telur yang kecil akan dikeluarkan pada musim pemijahan berikutnya; (3) Asinkroni, yaitu kelompok ikan yang tidak memiliki populasi sel telur yang dominan pada seluruh tahap perkembangan.

Pemeriksaan karakteristik setiap tahap perkembangan gonad sangat penting untuk mengetahui siklus reproduksi ikan, waktu dan frekuensi pemijahan, ukuran telur, serta penentuan ukuran panjang ikan kali pertama matang gonad (Goncalves *et al.* 2006, Arianti *et al.* 2017). Oleh karena itu pemeriksaan tahap perkembangan gonad ikan secara morfologis dan histologis sangat perlu dilakukan.

Penelitian tentang aspek biologi reproduksi spesies *O. miostoma* (Vaillant, 1902) di perairan

Sungai Mahakam khususnya tahap kematangan gonad dan tipe pemijahan belum pernah dilaporkan. Berdasarkan hal tersebut tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan dan menentukan karakteristik tahap kematangan gonad ikan lais secara morfologis dan histologis serta tipe pemijahannya.

Bahan dan metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan November 2013 - Oktober 2014. Lokasi pengumpulan sampel ikan lais dilakukan di perairan Sungai Mahakam seperti pada Gambar 1. Analisis morfologis dan histologis gonad serta pengukuran diameter telur dilakukan di Laboratorium Histologi Universitas Mulawarman Samarinda.

Koleksi sampel

Penangkapan ikan dilakukan setiap bulan di masing-masing lokasi dengan menggunakan beberapa alat tangkap seperti: jaring insang eksperimental dan alat perangkap bamboo (bubu) dan pancing. Jaring insang eksperimental berukuran mata jaring 1; 1,5; 2; 2,5 dan 3 inci dengan panjang 20 m dan tinggi 2 m. Jaring insang dipasang selama tiga hari dan diperiksa setiap 2 jam sekali. Bubu sebanyak 10 buah dipasang selama dua hari dua malam.

Jumlah ikan yang dikoleksi sebanyak yang didapatkan pada setiap bulan. Ikan yang tertangkap segera diawetkan di dalam larutan formalin 10%, disimpan dalam kain kasa dan dimasukkan dalam kantong plastik kemudian ditulis lokasi, tanggal dan bulan pengambilan, dan segera dibawa ke Laboratorium.



Gambar 1. Lokasi koleksi sampel ikan di perairan Sungai Mahakam. Koordinat lokasi: 1= Sungai Tering ($00^{\circ} 04' 03''$ LS ; $115^{\circ} 40' 05''$ BT), 2 = Danau Semayang ($00^{\circ} 11' 09.8''$ LS; $116^{\circ} 27' 31.2''$ BT), 3 = Sungai Belayan ($00^{\circ} 12' 18.2''$ LS ; $116^{\circ} 31' 55.3''$ BT), 4 = Sungai Kedang Muara Siran ($00^{\circ} 07' 26.1''$ LS; E $116^{\circ} 37' 56.4''$ BT)

Penentuan jenis kelamin dan tahap kematangan gonad

Pembedahan ikan lais dilakukan mulai dari anus sampai tutup insang menggunakan alat bedah, dengan tujuan untuk mendapatkan gonad ikan. Penentuan tahap kematangan gonad pada ikan lais dilakukan dengan dua cara yaitu secara morfologis dan histologis.

Penentuan tahap kematangan gonad secara morfologis ditentukan berdasarkan bentuk, warna, ukuran, bobot gonad serta perkembangan isi gonad (Effendie 2002). Setelah dilakukan pengamatan morfologis, selanjutnya gonad ikan jantan dan betina pada masing-masing tahap diawetkan dengan menggunakan larutan *Bouin's*. Gonad ikan lais jantan dan betina diambil secara acak untuk membuat preparat awet histologis dengan menggunakan metode mikroteknik.

Pembuatan preparat awet histologis gonad dilakukan menurut prosedur yang dilakukan oleh Gunarso (1989) sebagai berikut:

Tahap fiksasi jaringan gonad. Contoh gonad dipotong 5 -10 mm kemudian dilakukan fiksasi dengan menggunakan 200 ml larutan *Bouin's* (sediaan larutan *Bouin's* terdiri atas campuran asam pikrat jenuh 1500 ml, formalin 500 ml, asam asetat glasial 100 ml) selama 24 jam, kemudian dipindahkan ke dalam alkohol 70% selama 24 jam.

Tahap dehidrasi. Gonad direndam dalam alkohol 70% (24 jam), alkohol 80% (2 jam), alkohol 90% (2 jam), alkohol 95% (1 jam), alkohol 100% (12 jam), dan alkohol 100% (1 jam).

Tahap penjernihan kesatu. Gonad direndam dalam alkohol 100% ditambah xylol (1:1) selama 30 menit kemudian direndam dalam xylol I, xylol II, dan xylol III masing-masing selama 30 menit.

Tahap penyusupan. Gonad direndam dalam xylol ditambah paraffin (1:1) selama 45 menit pada oven bersuhu 65 - 70°C. Selanjutnya direndam dalam paraffin I, paraffin II, dan paraffin III masing-masing selama 45 menit yang dipanaskan dalam oven yang bersuhu 65 - 70°C, kemudian jaringan dicetak dalam cetakan selama 12 jam (proses *blocking*).

Tahap pemotongan. Pemotongan dengan *microtome*, spesimen dipotong tipis dengan ketebalan 4 sampai 6 mikron, kemudian hasil potongan diletakkan di atas gelas objek dengan bantuan diapungkan di atas air hangat (50°C).

Tahap deparaffinasi dan rehidrasi. Preparat direndam berturut-turut dalam xylol I, xylol II, xylol III masing-masing selama 5 menit dan selanjutnya dilakukan rehidrasi, preparat direndam berturut-turut dengan alkohol 100% I, alkohol 100% II, alkohol 95% I, alkohol 95% II, alkohol 85%, alkohol 80%, alkohol 70%, dan alkohol 50% masing-masing selama 2 menit kemudian preparat dicuci dengan *aquades* sampai warna putih.

Tahap pewarnaan. Preparat direndam berturut-turut dalam larutan hematoxilin selama 5-7 menit, kemudian dicuci dengan air kran mengalir selama 5-7 menit kemudian preparat direndam dalam larutan eosin selama 3 menit dan dicuci dengan air kran mengalir.

Tahap dehidrasi. Preparat direndam berturut-turut dalam alkohol 50%, alkohol 70%, alkohol 80%, alkohol 85%, alkohol 90%, alkohol 100% pertama, dan alkohol 100% kedua, masing-masing selama 2 menit.

Tahap penjernihan kedua dan penempelan. Preparat direndam dalam xylol I, xylol II, dan xylol III masing-masing selama 2 menit, kemudian dilakukan penempelan dan preparat diberi zat perekat *canada balsam*, dan ditutup dengan kaca penutup dan dibiarkan selama 12 jam.

Penentuan tingkat kematangan gonad ikan lais secara histologis dilakukan dengan pengamatan preparat histologis gonad melalui mikroskop. Tingkat kematangan gonad secara histologis dianalisis merujuk pada Atlas of Fish Histology (Genten *et al.* 2009).

Tingkat kematangan gonad ikan jantan dan betina yang telah diklasifikasikan secara morfologis dan histologis, hasilnya difoto dan kemudian dianalisis dan dideskripsikan sehingga diperoleh karakteristik perkembangan gonad pada masing-masing tahap.

Diameter telur dan tipe pemijahan

Data diameter telur diperoleh dari hasil pengukuran dengan mikrometer okuler. Data diameter telur selanjutnya ditentukan jumlah kelas dan selang kelasnya. Frekuensi relatif diameter telur pada setiap selang kelas dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Frekuensi relatif diameter telur} = \frac{m_i}{M} \times 100$$

Keterangan: m_i = jumlah telur pada selang ke I, M = jumlah total butir telur yang diperiksa.

Frekuensi relatif diameter telur pada masing-masing selang kelas dianalisis dalam bentuk grafik histogram. Tipe pemijahan ditentukan berdasarkan frekuensi relatif sebaran diameter telur pada tiap selang kelas. Apabila terlihat dua atau lebih modus penyebaran, tipe pemijahannya bertahap. Jika satu modus penyebaran, tipe pemijahan serempak.

Hasil

Tahap kematangan gonad (TKG)

Pada tahap awal perkembangan gonad, ikan lais jantan memiliki ukuran $162,62 \pm 5,54$ mm, sedangkan betina memiliki ukuran $160,56 \pm 7,61$ mm. Secara umum, gonad jantan dan betina terletak dorso lateral dari usus dan menempel pada dinding tubuh dorsal oleh mesorchium di dalam

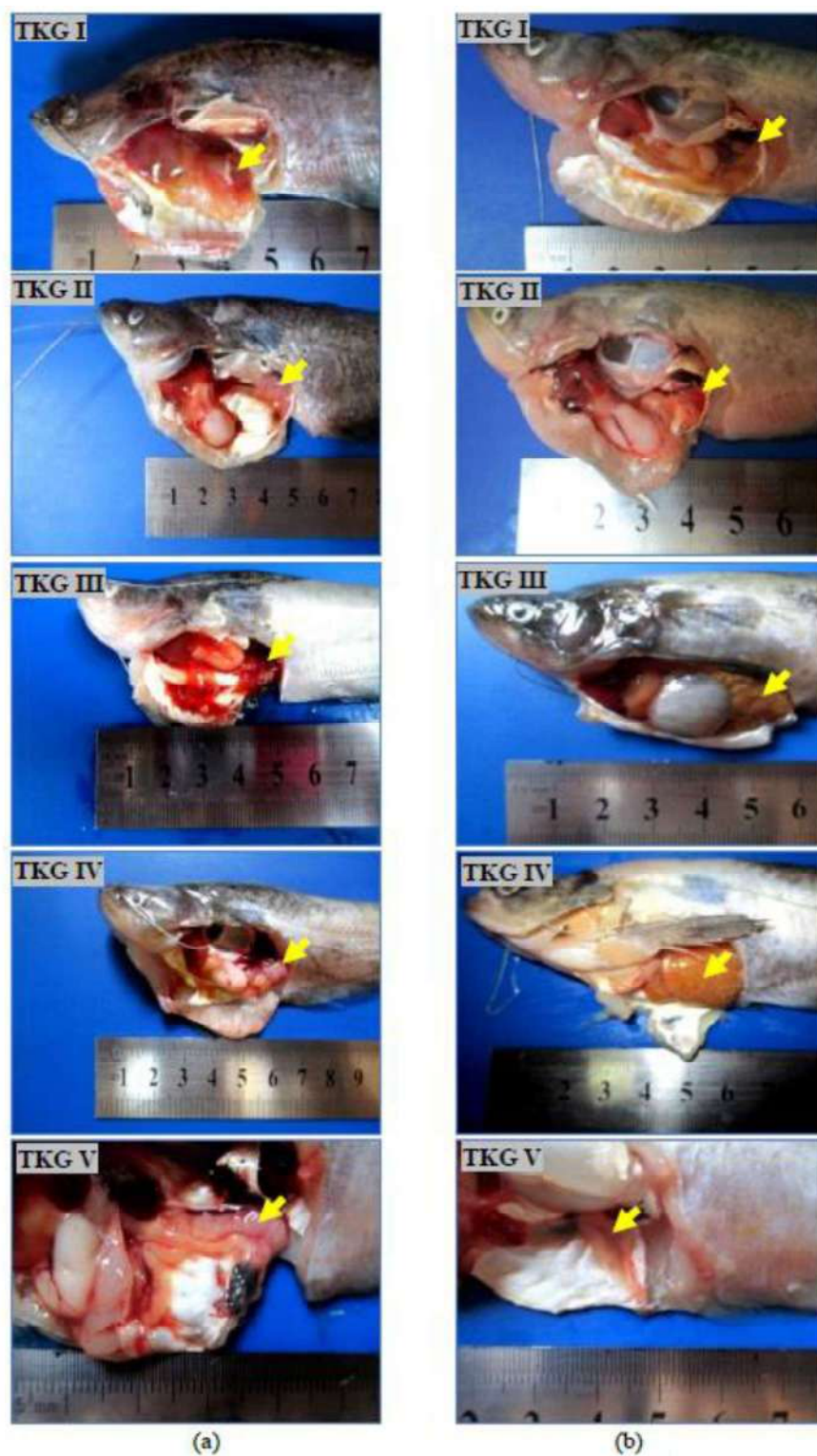
rongga abdomen (rongga perut). Pada tahap belum berkembang, morfologi gonad jantan (testis) terbagi dua, berbentuk lembaran tipis, berukuran pendek, melengkung dan berwarna putih bening, sedangkan gonad betina (ovari) terbagi dua, berwarna putih kemerahan, berukuran pendek dan permukaan licin.

Berdasarkan hasil pembedahan dan pengamatan terhadap tahap kematangan gonad (TKG) pada ikan jantan dan betina, maka perkembangan gonad ikan lais ditetapkan lima tahap yaitu TKG

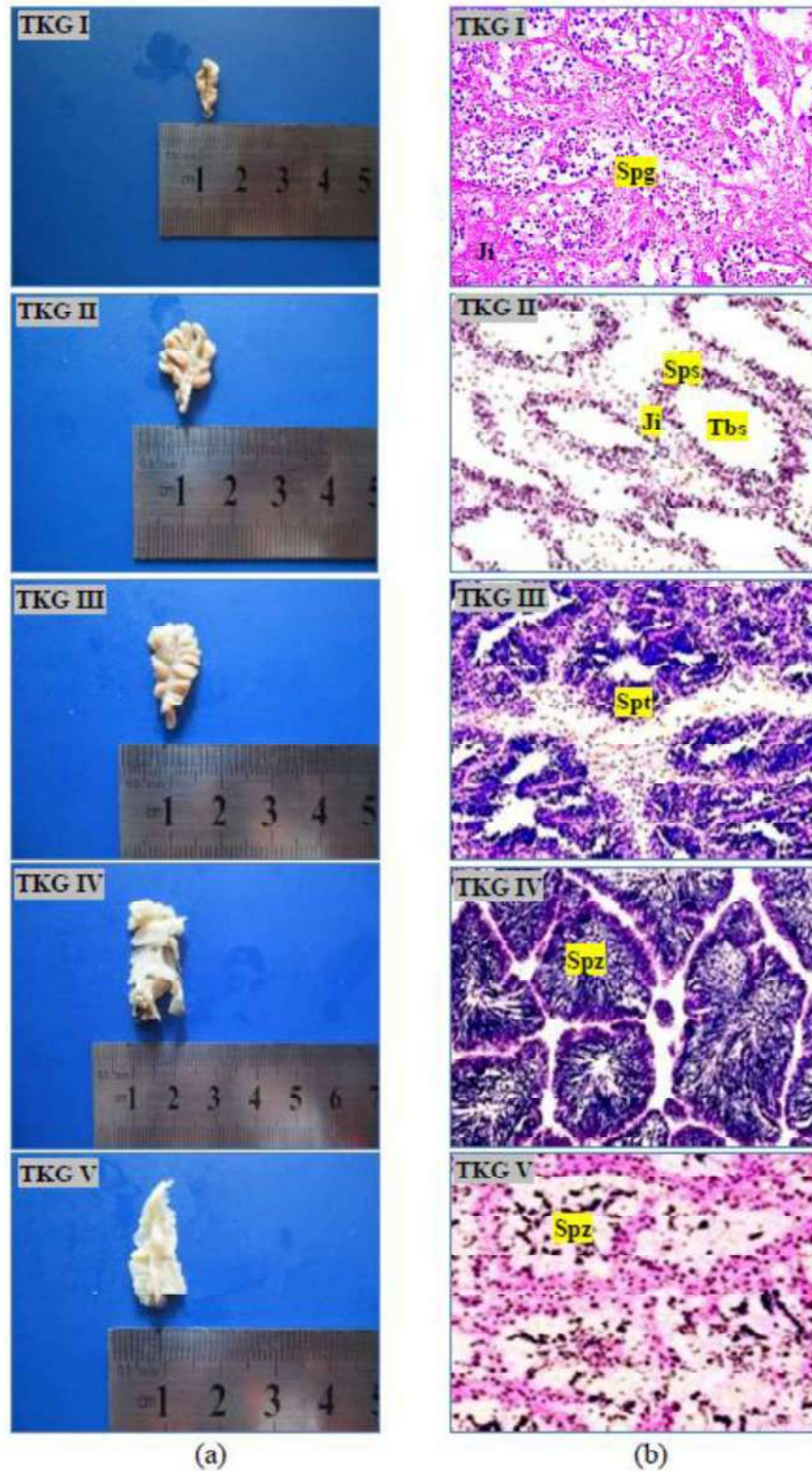
I (tidak matang), TKG II (awal pematangan), TKG III (pematangan), TKG IV (matang) dan TKG V (salin). Posisi gonad di dalam rongga abdomen ikan lais jantan dan betina pada lima tahapan tingkat kematangan gonad tersebut dapat dilihat pada Gambar 2. Deskripsi karakteristik masing-masing tingkat kematangan gonad secara morfologis dan histologis pada ikan lais jantan diperlihatkan pada Gambar 3 dan Tabel 1, sedangkan pada ikan lais betina diperlihatkan pada Gambar 4 dan Tabel 2.

Tabel 1. Karakteristik tingkat kematangan gonad (TKG) ikan lais *O. miostoma* (Vaillant, 1902) jantan secara morfologis dan histologis

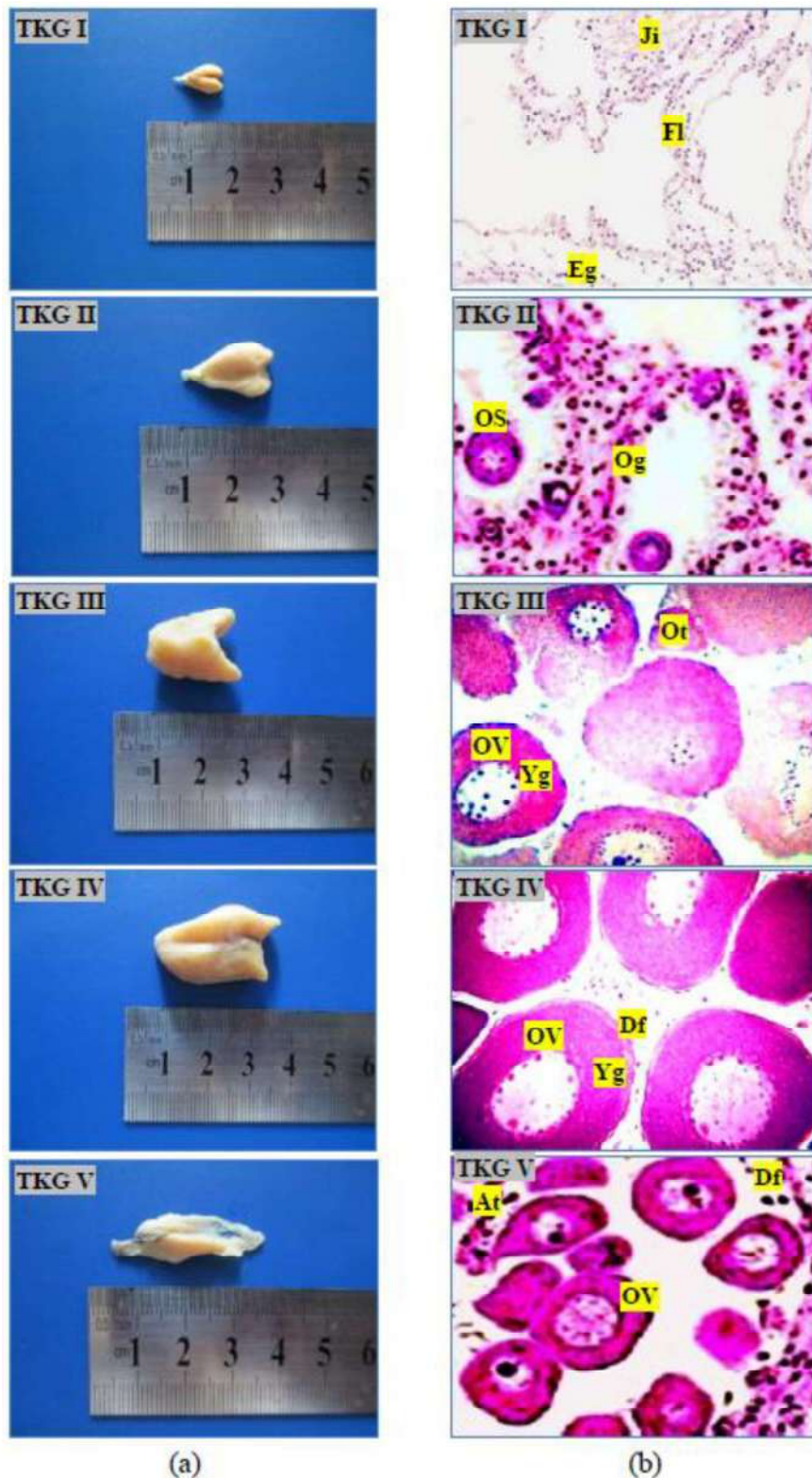
TKG	Morfologis	Histologis
I	Testis terbagi dua, berbentuk lembaran dengan pinggiran berigi pendek, ukuran relatif kecil, panjang mencapai 1/8 rongga perut. Testis berwarna putih susu kemerahan, terletak di bagian posterior rongga perut di bawah ginjal.	Spermatogonium melekat di dinding tubulus seminiferus dan sebagian spermatogonium telah berkembang menjadi spermatozot primer.
II	Ukuran testis lebih besar dan bentuk gerigi lebih jelas dari TKG I. Panjang mencapai 1/5 rongga perut. Testis berwarna putih susu kemerahan.	Testis lebih berkembang dibandingkan TKG I dan jaringan ikat terlihat makin sedikit. Kantong-kantong tubulus seminiferus berisi spermatozot primer. Selisih ukuran spermatogonium dan spermatozot primer sangat kecil.
III	Gerigi pada pinggiran testis lebih besar daripada TKG II, warna testis makin putih, ukuran testis makin besar, panjang mencapai 1/4 panjang rongga perut.	Spermatozot primer berkurang karena sebagian besar telah berkembang menjadi spermatozot sekunder. Spermatid telah terlihat dan letaknya menyebar di dalam tubulus seminiferus.
IV	Ukuran testis makin membesar, panjang mencapai 1/3 rongga perut, gerigi pada pinggiran testis lebar dan tebal. Testis semakin pejal. Warna seperti putih susu.	Spermatid telah memenuhi tubulus seminiferus. Terjadi proses spermiogenesis (spermatid berubah menjadi spermatozoa). Pada akhir spermiogenesis spermatozoa di lepaskan pada lumen tubulus seminiferus.
V	Gerigi pada pinggiran testis pada bagian tertentu terlihat kosong dan mengempis. Warna putih bening. Panjang mencapai 1/5 hingga 1/4 rongga perut.	Terlihat sisa-sisa spermatozoa yang belum dikeluarkan pada saat pemijahan. Bagian tertentu dari tubulus seminiferus terlihat kosong karena sperma telah dikeluarkan.



Gambar 2. Posisi gonad ikan jantan (a) dan betina (b) dalam rongga perut *O. miostoma* (Vaillant 1902).
Keterangan: tanda panah menunjukkan posisi gonad dalam rongga abdomen.



Gambar 3. Struktur morfologis (a) dan histologis (b) gonad jantan *O. miostoma* (Vaillant, 1902). Keterangan: Spg: spermatogonium; Ji: jaringan ikat gonad; Sps: spermatosit; Tbs: tubulus seminiferus; Spt: spermatid; Spz: spermatozoa. Pewarnaan dengan hematoksilin dan eosin (perbesaran 10 x 10).



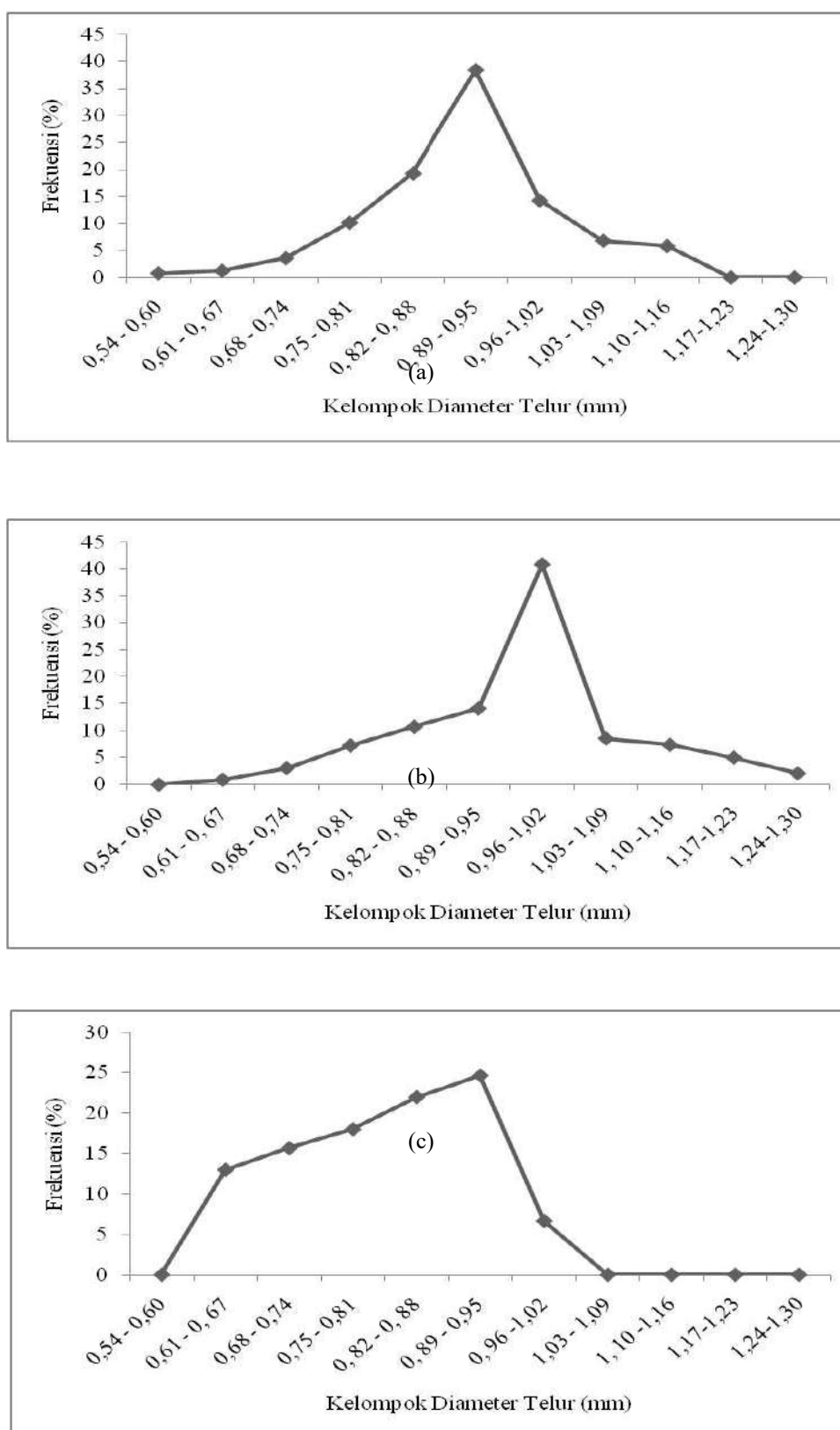
Gambar 4. Struktur morfologis (a) dan histologis (b) gonad betina *O. miostoma* (Vaillant, 1902). Keterangan: Ji: jaringan ikat; Fl: sel folikel; Eg: epitel geminal; Og: oogonium; Os: oosit; Ot: ootid; Yg: granula kuning telur; Ov: ovum; Df: dinding folikel; At: atresia. Pewarnaan dengan hematoksilin dan eosin (perbesaran 5 x10).

Tabel 2. Karakteristik tingkat kematangan gonad (TKG) ikan lais *O. miostoma* (Vaillant, 1902) betina secara morfologis dan histologis

TKG	Morfologis	Histologis
I	Ovarium sepasang, berbentuk oval, ukuran relatif kecil, terletak di bagian posterior rongga perut. Butir telur dalam ovarium tidak terlihat dengan mata, bewarna putih kemerahan dan permukaan ovarium licin.	Dinding lamela tersusun oleh epitel germinal yang disokong oleh jaringan ikat dan sel-sel folikel mulai terlihat. Sel-sel folikel terlihat berwarna ungu pada permukaan epitel germinal.
II	Bagian anterior ovarium terdapat lekukan dan ukuran ovarium relatif lebih besar daripada TKG I. Ovarium bewarna merah gelap, butir telur dalam ovarium belum terlihat jelas dengan mata. Ovarium mengisi kira-kira 1/6 dari rongga perut.	Sebagian sel folikel berubah menjadi oogonium dan oosit primer. Kantung kuning telur sudah mulai terbentuk di lapisan perifer sitolasma (dekat membran sel). Proses ini disebut sebagai tahap awal vitellogenesis.
III	Telur mulai kelihatan butirnya dengan mata, tetapi belum dapat dipisahkan. Ovarium berwarna kecoklatan, mengisi 1/3 rongga perut.	Jumlah oosit primer semakin bertambah dan letaknya mendekati lumen ovarium. Sebagian oosit sekunder telah berkembang menjadi ootid. Butir kuning telur dan vacuola minyak menyebar mulai dari inti mengarah ketepi.
IV	Ovarium makin besar, telur bewarna kuning dan mudah dipisahkan. Bagian anterior ovarium terbelah kira-kira 1/3 panjang dari ovarium. Ovarium mengisi 1/2 - 2/3 rongga perut, usus tampak terdesak.	Ovarium didominasi oleh ootid dan ovum. Vitellogenesis telah selesai. Inti bermigrasi ke tepi dan mendekati mikropil dan melebur ke dinding sel.
V	Dinding ovarium tebal, pada bagian posteriornya mengempis dan terdapat butir telur sisa di dekat saluran pelepasan. Warna ovarium sama seperti TKG IV. Ovarium mengisi kira-kira 1/4 rongga perut.	Dinding folikel terlihat telah pecah dan sel telur telah dikeluarkan. Terdapat sisa sel telur yang tidak dikeluarkan. Sel-sel telur yang tidak dikeluarkan terlihat mengalami atresia dan beberapa oogonium sudah mulai terlihat.

Tabel 3. Sebaran diameter telur ikan lais berdasarkan tingkat kematangan gonad

Kelompok Diameter Telur (mm)	Frekuensi (%)		
	TKG III	TKG IV	TKG V
0,54 - 0,60	0,78	0	0
0,61 - 0,67	1,22	0,91	13,00
0,68 - 0,74	3,56	3,08	15,67
0,75 - 0,81	10,11	7,26	18,00
0,82 - 0,88	19,22	10,71	22,00
0,89 - 0,95	38,33	14,13	24,67
0,96 - 1,02	14,22	40,85	6,67
1,03 - 1,09	6,78	8,58	0
1,10 - 1,16	5,78	7,38	0
1,17 - 1,23	0	5,01	0
1,24 - 1,30	0	2,08	0



Gambar 5. Sebaran diameter telur ikan lais pada TKG III (a), TKG IV (b), dan TKG V (c)

Sebaran diameter telur dan tipe pemijahan

Sebaran diameter telur ikan lais dari TKG III hingga TKG IV berkisar dari 0,54-1,30 mm yang terbagi atas 11 kelompok ukuran seperti terlihat pada Tabel 3.

Pada TKG III diameter telur berkisar dari 0,54-1,16 mm dan frekuensi tertinggi pada kelompok ukuran 0,89-0,95 mm. Pada TKG IV diameter telur berkisar dari 0,61-1,30 mm dan frekuensi tertinggi ditemukan pada kelompok ukuran 0,96-1,02 mm. Pada TKG V diameter telur berkisar dari 0,65-0,98 mm dengan frekuensi tertinggi ditemukan pada kelompok ukuran 0,89-0,95 mm.

Pergeseran puncak kurva ke arah kanan dari TKG III ke TKG IV menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat kematangan gonad maka diameter telur akan semakin besar. Namun pada TKG V ketika ikan telah memijah kurva kembali bergeser ke kiri. Kurva ke arah kiri pada TKG V menunjukkan sisa telur yang tidak dikeluarkan pada saat ikan lais memijah. Berdasarkan pergeseran kurva dari TKG III hingga TKG V diperkirakan diameter telur yang dikeluarkan pada saat ikan memijah berada pada kelompok ukuran 0,96-1,30 mm seperti terlihat pada Gambar 5.

Pembahasan

Dalam penelitian ini tahap perkembangan ikan lais yang diperiksa secara morfologis dan histologis diklasifikasikan menjadi lima tahap pada jenis kelamin jantan dan betina, yaitu TKG I (tidak matang), TKG II (awal pematangan), TKG III (pematangan), TKG IV (matang) dan TKG V (salin). Jika dibandingkan dengan spesies lainnya dalam genus *Ompok*, tahap perkembangan gonad yang sama ditemukan pada spesies *O. hypophthalmus* (Sjafei *et al.* 2008, Elvyra 2009).

Pemeriksaan morfologis gonad ikan jantan pada masing-masing tahap menunjukkan terda-

patnya perbedaan rigi pada bagian pinggir testis, warna, ukuran dan bobot, sedangkan secara histologis ditunjukkan oleh perbedaan perkembangan sperma dan persebaran sperma yang mengisi bagian tubulus seminiferus dari testis. Pada gonad ikan betina pemeriksaan secara morfologis gonad pada masing-masing tahap perkembangan menunjukkan adanya perbedaan dalam penampakan butir telur, warna ovarium, dan ukuran ovarium yang dibandingkan dengan ukuran rongga perut, sedangkan pemeriksaan histologis menunjukkan perbedaan bentuk, ukuran sel telur dan migrasi inti sel telur. Ferreri *et al.* (2009) menyatakan penetapan tahap kematangan gonad secara histologis dapat mengungkapkan lebih rinci proses perkembangan sel telur dan sperma sehingga memungkinkan identifikasi setiap tahap menjadi lebih tepat.

Secara keseluruhan sebaran diameter telur ikan lais dari TKG III hingga TKG V berkisar dari 0,54-1,30 mm. Pergeseran puncak kurva ke arah kanan dari TKG III ke TKG IV menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat kematangan gonad maka diameter telur akan semakin besar. Berdasarkan pergeseran kurva dari TKG III hingga TKG V diperkirakan diameter telur yang dikeluarkan pada saat ikan memijah berada pada kelompok ukuran 0,96-1,30 mm. Pada *O. pabda* diameter telur pada saat telur matang gonad berkisar antara 0,548-0,806 mm (Banik *et al.* 2012), sedangkan pada *O. hypophthalmus* frekuensi tertinggi diameter telur pada saat matang gonad berkisar antara 0,94-1,03 mm (Sjafei *et al.* 2008).

Sebaran diameter telur ikan lais hanya memiliki satu modus yang bergerak ke kanan. Berdasarkan pola sebaran diameter telur, maka seluruh telur akan dikeluarkan ketika ikan memijah. Tipe pemijahan yang demikian dinamakan pemijahan serempak. Pola serupa juga ditemukan pa-

da kelompok *catfish* lainnya seperti pada ikan *Chrysichthys auratus* (Ikomi & Odum 1998).

Simpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap perkembangan tahap kematangan gonad dan sebaran diameter telur *O. miostoma* (Vaillant, 1902) di Sungai Mahakam dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: tahap kematangan gonad *O. miostoma* (Vaillant, 1902) jantan dan betina secara morfologis dan histologis dibagi atas lima tahap dan masing-masing tahap ditemukan karakteristik yang berbeda. Sebaran diameter telur berkisar dari 0,54 - 1,30 mm dan memiliki satu modus yang mengindikasikan pola pemijahan *O. miostoma* (Vaillant, 1902) adalah serempak.

Daftar pustaka

- Arianti ND, Rahardjo MF, Zahid A. 2017. Perkembangan sel telur ikan seriding, *Ambassis nalua* (Hamilton 1822). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(1): 115-123
- Arthi T, Nagarajan S, Sivakumar AA, Vijayarman K. 2013. Reproductive biology of two freshwater fishes, *Ompok bimaculatus* and *O. malabaricus* (Bloch) of the River Amara-vathy, Tamil Nadu, India. *Bioline*, 1(2): 45-53.
- Banik S, Goswami P, Acharjee T, Malla S. 2012. *Ompok pabda* (Hamilton-Buchanan, 1822): an endangered catfish of Tripura, India: reproductive physiology related to freshwater lotic environment. *Journal of Environment*, 1 (2): 45-55.
- Christensen MS. 1992. Investigations on the ecology and fish fauna of the Mahakam River in East Kalimantan (Borneo), Indonesia. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie*, 77(4): 593-608.
- Effendie MI. 2002. *Biologi perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta. 163 hlm.
- Elvyra R. 2009. Kajian keragaman genetik dan biologi reproduksi ikan lais di sungai Kampar Riau. *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 126 hlm.
- Ferreri R, Basilone G, d'Elia M, Traina A, Saborido-Rey F, Mazzola S. 2009. Validation of macroscopic maturity stages according to microscopic histological examination for European anchovy. *Marine Ecology*, 30(1): 181-187.
- Genten F, Terwinghe E, Danguy A. 2009. *Atlas of Fish Histology*. Science Publishers, United States of America (US). 215 p.
- Goncalves TL, Bazzoli N, Brito MFG. 2006. Gametogenesis and reproduction of the matrinxã, *Brycon orthotaenia* (Gunther, 1864) (Pisces, Characidae) in the Sao Francisco River, Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 66(2A): 513-522.
- Gupta BK, Sarkar UK, Bhardwaj SK. 2014. Reproductive biology of Indian silurid catfish *Ompok pabda* in river Gomti. *Journal of Environmental Biology*, 35(2): 345-351.
- Gunarso W. 1989. Bahan pengajaran mikroteknik. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ikomi RB, Odum O. 1998. Studies on aspects of the ecology of the catfish *Chrysichthys auratus* Geoffrey St, Hilaire (Osteichthyes: Bagridae) in the River Banin (Niger Delta, Nigeria). *Fisheries Research*, 35(3): 209-218.
- Kottelat M. 1994. The fishes of the Mahakam River, east Borneo: an example of the limitations of zoogeographic analyses and the need for extensive surveys in Indonesia. *Tropical Biodiversity*, 2(3): 401- 426.
- Kottelat M. 2013. The fishes of the inland waters of Southeast Asia: a catalogue and core bibliography of the fishes known to occur in freshwaters, mangroves and estuaries. *Raffles Bulletin of Zoology*, 27: 1 - 663.
- Murua H, Saborido-Rey F. 2003. Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 33: 23-31.
- Shinkafi BA and Ipinjolu JK. 2012. Gonadosomatic index, fecundity and egg size of *Auchenoglanis occidentalis* (Cuvier & Valenciennes) in River Rima, North-Western Nigeria. *Nigerian Journal of Basic and Applied Science* 20(3): 217-224
- Sjafei DJ, Simanjuntak CPH, Rahardjo MF. 2008. Perkembangan kematangan gonad dan tipe pemijahan ikan selais (*Ompok*

hypophthalmus) di rawa banjiran Sungai
Kampar Kiri, Riau. *Jurnal Iktiologi Indo-*
nesia 8(2): 93-100.

Soomro AN, Baloch WA, Jafri SIH, Burdi GH,
Fulanda B. 2012. Reproduction and feeding

habits of the river catfish *Eutropiichthys*
vacha (Hamilton, 1822) (Siluriformes, Schil-
bidae) in an impacted habitat: Kotri hydro-
dam, River Indus, Pakistan. *Our Nature*,
10(1): 269-280.

Aspek reproduksi ikan kakap *Lutjanus vitta* (Quoy & Gainmard, 1824) di Teluk Jakarta dan sekitarnya

[Reproductive aspects of brownstripe red snapper *Lutjanus vitta* (Quoy & Gainmard, 1824) in Jakarta Bay and its surroundings]

Selvia Oktaviyani✉, Wanwan Kurniawan

Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI
Jalan Pasir Putih 1, Ancol Timur, Jakarta Utara 14430

Diterima: 02 Juni 2016; Disetujui: 23 Mei 2017

Abstrak

Kajian beberapa aspek reproduksi ikan kakap *Lutjanus vitta* (Quoy & Gainmard, 1824) di Teluk Jakarta dan sekitarnya dapat menghasilkan informasi yang sangat penting dalam rangka pengelolaan sumber daya ikan tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis sebaran frekuensi panjang, nisbah kelamin, kematangan gonad, indeks kematangan gonad, ukuran kali pertama matang gonad, dan rata-rata panjang tertangkap ikan kakap. Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2014 hingga Januari 2015 di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Tanjung Pasir, Tangerang. Aspek yang diamati meliputi panjang cagak dan bobot tubuh ikan, jenis kelamin, kematangan gonad, dan bobot gonad. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran panjang cagak ikan kakap berkisar antara 132-265 mm dengan nisbah kelamin dalam keadaan seimbang. Ikan kakap yang tertangkap didominasi oleh ikan yang belum matang gonad. Indeks kematangan gonad tertinggi terjadi pada bulan September 2014 yaitu 2%. Ukuran panjang cagak kali pertama ikan matang gonad (Lm) adalah 252 mm (jantan) dan 187 mm (betina), serta panjang cagak rata-rata tertangkap (Lc) adalah 178 mm. Kondisi ini dapat menyebabkan lebih-tangkap yang mengganggu tingkat pertumbuhan ikan kakap.

Kata penting: ikan kakap, kematangan gonad, nisbah kelamin, rata-rata panjang tertangkap, ukuran ikan kali pertama matang gonad

Abstract

Study on reproductive aspects of brownstripe red snapper *Lutjanus vitta* (Quoy & Gainmard, 1824) in Jakarta Bay and its surroundings can obtain important information for fish resources management. The objective of this research is to analyze length frequency distribution, sex ratio, gonadal maturation, gonado somatic index, the length at first maturity (Lm) and the average length of captured (Lc) for this fish. This research was conducted from April 2014 to January 2015 with sampling location in Tanjung Pasir Fishing Port, Tangerang. Fish sampling and of fish that were. The observed aspects included fork length, weight, sex, gonad maturity and gonad weight was done monthly. The result showed that the fork length of this fish ranged between 132-265 mm with the equal sex ratio. The capture fish are dominated by fish with immature stage. The highest of gonado somatic index was on September 2014 (2%). The fork length at first maturity (Lm) were 252 mm (male) and 187 mm (female) while the average fork length of captured (Lc) was 178 mm. This condition can cause a growth overfishing.

Keywords: reproductive aspects, brownstripe red snapper, Jakarta Bay, gonad maturity, sex ratio, the average length of captured, the length at first maturity

Pendahuluan

Ikan kakap *Lutjanus vitta* (Quoy & Gainmard, 1824) (Pisces: Lutjanidae) merupakan salah satu jenis ikan demersal yang hidup berkelompok di daerah terumbu karang atau perairan dengan dasar yang rata pada kedalaman 10-100 meter (Newman & Williams 1996, Anderson & Allen 2001; Ramachandran *et al.* 2013). Daerah

persebaran ikan kakap mencapai seluruh wilayah tropis, seperti di sebelah barat Samudera Pasifik, sebelah timur Samudera Hindia, Caledonia Baru dan Pulau Gilbert hingga ke selatan India dan perairan Jepang (Anderson & Allen 2001).

Ikan kakap menjadi salah satu ikan komersial paling penting di laut tropis dan subtropis (Randall 1995), termasuk di Teluk Jakarta dan sekitarnya. Harga jual ikan kakap di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Tanjung Pasir, Tangerang cukup tinggi, bisa mencapai Rp. 30.000,00-

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: selvia.oktaviyani@gmail.com

50.000,00 kg⁻¹. Operasi penangkapan ikan dilakukan harian dengan alat tangkap yang beragam, seperti pancing rawai, pancing ulur, jaring insang atau trawl dasar. Permintaan pasar yang tinggi dengan nilai jual yang relatif besar mendorong nelayan untuk melakukan penangkapan ikan kakap secara intensif, sehingga dapat mengancam kelestarian sumber daya ikan tersebut.

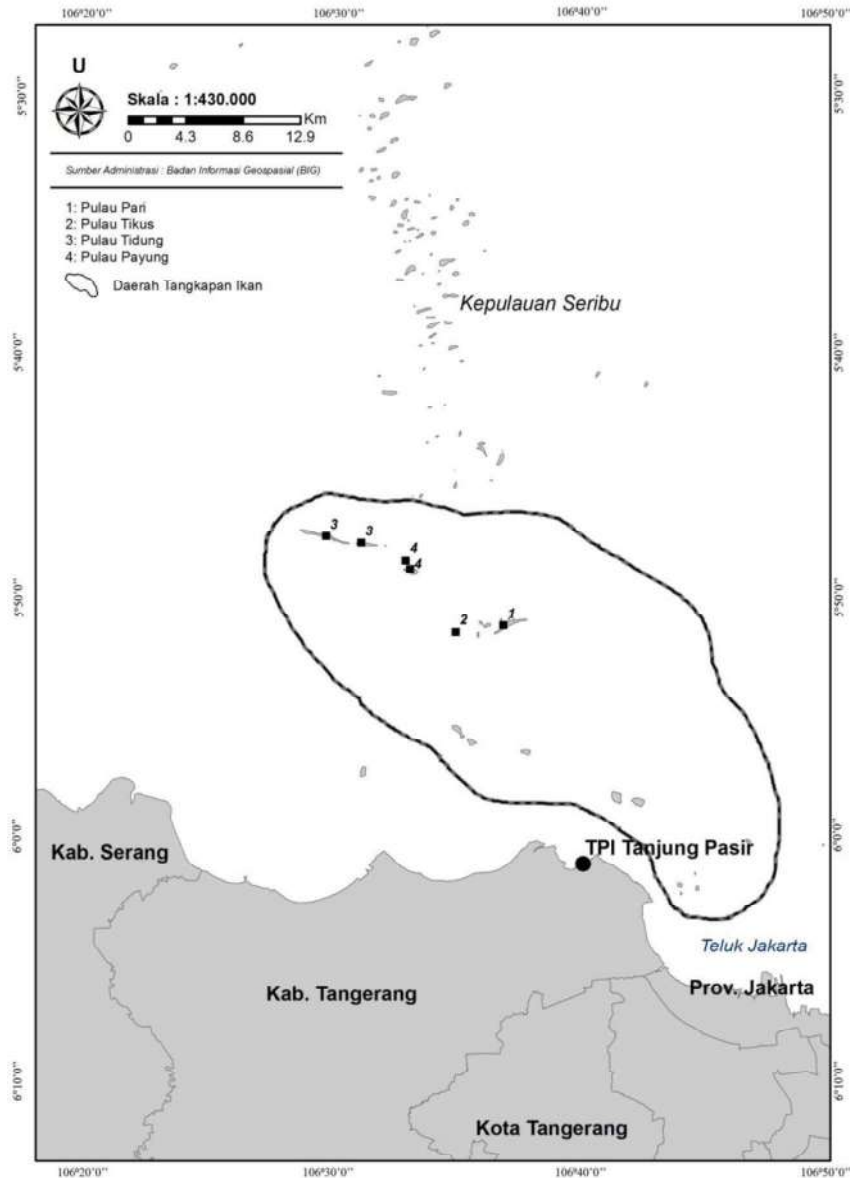
Upaya pengelolaan sumber daya ikan kakap dapat diketahui melalui berbagai kajian penelitian, salah satunya adalah penelitian aspek reproduksinya. Penelitian mengenai hal tersebut telah banyak dilakukan di berbagai negara, seperti di perairan Australia Barat (Davis & West 1992, Davis & West 1993), Karang Penghalang Besar (*Great Barrier Reef*), Australia (Newman *et al.* 2000) dan India (Ramachandran *et al.* 2013). Namun di Indonesia, khususnya di perairan Teluk Jakarta dan sekitarnya, informasi tersebut masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan agar diperoleh informasi yang dapat dijadikan sebagai dasar dalam pemanfaatan dan pengelolaan ikan kakap yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis berbagai aspek reproduksi ikan kakap, meliputi sebaran frekuensi panjang, nisbah kelamin, tingkat kematangan gonad (TKG), indeks kematangan gonad (IKG), ukuran ikan kali pertama matang gonad (Lm), dan rata-rata panjang ikan tertangkap (Lc).

Bahan dan metode

Pengambilan ikan contoh dilakukan satu kali dalam sebulan pada bulan April 2014 hingga

Januari 2015, kecuali bulan Juni, Juli, Oktober, dan November 2014. Lokasi pengambilan contoh berada di TPI Tanjung Pasir, Kabupaten Tangerang. TPI ini berada di sisi barat Teluk Jakarta dan merupakan tempat pelelangan ikan yang cukup berkembang di Kabupaten Tangerang. Ikan contoh diambil secara acak dari hasil tangkapan nelayan pancing rawai. Nelayan biasa menggunakan ukuran mata pancing yang kecil dengan nomor mata pancing 13-15. Daerah penangkapan ikan oleh nelayan Tanjung Pasir adalah di sekitar Teluk Jakarta hingga ke Kepulauan Seribu, seperti Pulau Pari, Pulau Tikus, Pulau Tidung, dan Pulau Payung (Gambar 1). Kondisi daerah tersebut merupakan perairan dangkal dengan rata-rata kedalaman kurang dari 50 meter dan bersubstrat pasir atau lumpur berpasir serta terdapat ekosistem terumbu karang terutama di daerah sekitar Kepulauan Seribu, yang merupakan salah satu habitat ikan kakap dewasa.

Data yang dikumpulkan terdiri atas panjang cagak (*fork length* FL), bobot tubuh (W), tingkat kematangan gonad (TKG), dan bobot gonad (W_g). Setiap ikan diukur panjang cagak dengan kaliper dalam satuan mm, sedangkan bobot tubuh ikan (W) dan bobot gonad (W_g) ditimbang dengan timbangan elektronik dalam satuan gram dengan ketelitian 0,1 g (bobot tubuh ikan) dan 0,01 g (bobot gonad). Penentuan jenis kelamin dilakukan secara visual berdasarkan perubahan morfologi gonad yang mengacu pada Holden & Raitt (1974) (Tabel 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian ikan kakap *Lutjanus vitta* di Perairan Teluk Jakarta dan sekitarnya

Analisis data yang dilakukan terdiri atas nisbah kelamin, indeks kematangan gonad, pendugaan panjang kali pertama matang gonad (L_m), dan rata-rata panjang tertangkap (L_c).

Nisbah kelamin menunjukkan perbandingan jumlah betina terhadap ikan jantan dalam setiap bulan pengamatan jumlah total ikan. Uji *Chi-square* pada selang kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$)

dilakukan untuk menguji perbedaan nisbah tersebut mengikuti persamaan berikut:

$$\chi^2 = \left[\frac{\sum (f_o - f_e)^2}{f_e} \right]$$

Keterangan: χ^2 = nilai *chi-square*, f_o = frekuensi yang diperoleh atau diamati, f_e = frekuensi yang diharapkan.

Tabel 1 Tingkat kematangan gonad ikan kakap

Tingkat ke- matangan	Keadaan	Keterangan	
		Ovari	Testes
I	Belum matang	Ovari kira-kira 1/3 panjang rongga badan, bening, dan berwarna kemerahan. Telur tidak terlihat dengan mata telanjang.	Testes berukuran 1/3 panjang rongga badan dan berwarna keputihan.
II	Perkembangan	Ovari kira-kira ½ panjang rongga badan, bening/jernih. Telur tidak terlihat dengan mata telanjang.	Testes berukuran ½ panjang rongga badan dan berwarna keputihan, kurang lebih simetris.
III	Pematangan	Ovari kira-kira 2/3 panjang rongga badan. Ovari berwarna kuning kemerahan, kelihatan butiran.	Testes berukuran 2/3 panjang rongga badan, lembut, dan berwarna keputihan sampai krem.
IV	Matang	Ovari memenuhi rongga badan dan berwarna merah jambu/jingga dengan pembuluh darah yang terlihat jelas di permukaannya. Terlihat telur yang masak dan tembus cahaya.	Testes memenuhi rongga badan dan berwarna keputihan/krem dan lembut.
V	Mijah salin	Ovari mengerut sampai menjadi kira-kira ½ panjang rongga badan. Ovari dapat mengandung sisa-sisa telur, gelap atau jernih.	Testes mengerut sampai menjadi ½ panjang rongga badan. Dinding-dinding kendur.

Sumber: Holden & Raitt (1974)

Indeks kematangan gonad (IKG) merupakan suatu analisis yang didasarkan pada gonad dan bobot tubuh ikan secara keseluruhan. Nilai IKG diperoleh melalui rumus (Effendie 1997):

$$IKG = \frac{W_g}{W} \times 100$$

Keterangan: IKG= indeks kematangan gonad, W_g = bobot gonad (g), W = bobot tubuh ikan (g).

Panjang ikan kali pertama matang gonad (L_m) dianalisis dengan metode Spearman Karber (Udupa 1986) dengan selang kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$), mengikuti rumus sebagai berikut:

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

$$\text{antilog } m (M) = m \pm 1,96\sqrt{\text{var}(m)}$$

Keterangan: m = log panjang ikan pada kematangan gonad pertama, x_k =log nilai tengah kelas panjang yang terakhir ikan yang telah matang gonad, x = log pertambahan panjang pada nilai tengah, p_i = proporsi ikan matang gonad pada kelas panjang ke-I, M = panjang ikan kali pertama matang gonad.

Perhitungan nilai L_c diperoleh dengan cara memplotkan frekuensi kumulatif ikan yang tertangkap dengan panjang cagak, akan diperoleh kurva logistik baku. Titik perpotongan antara kurva logistik baku dengan 50% frekuensi kumulatif merupakan nilai rata-rata panjang ikan yang tertangkap (Wujdi *et al.* 2013, Wahyuning-sih *et al.* 2013).

Hasil

Ikan kakap *L. vitta* merupakan jenis ikan dari marga *Lutjanus* dan suku Lutjanidae. Ciri umum marga ini adalah memiliki badan yang agak tinggi dan pipih. Ciri khusus yang dimiliki oleh *L. vitta* adalah adanya garis kehitaman yang terletak di bagian tengah badan dari belakang mata hingga bagian atas batang ekor (Anderson & Allen 2001). Terdapat 10 duri keras dan 12-13 duri lemah pada sirip punggung, 3 duri keras dan 8-9 duri lemah pada sirip dubur serta 15-16 duri

lemah pada sirip dada. Bentuk sirip ekor adalah lengkung tunggal dengan tubuh berwarna merah muda dan putih pada bagian perut (Gambar 2).

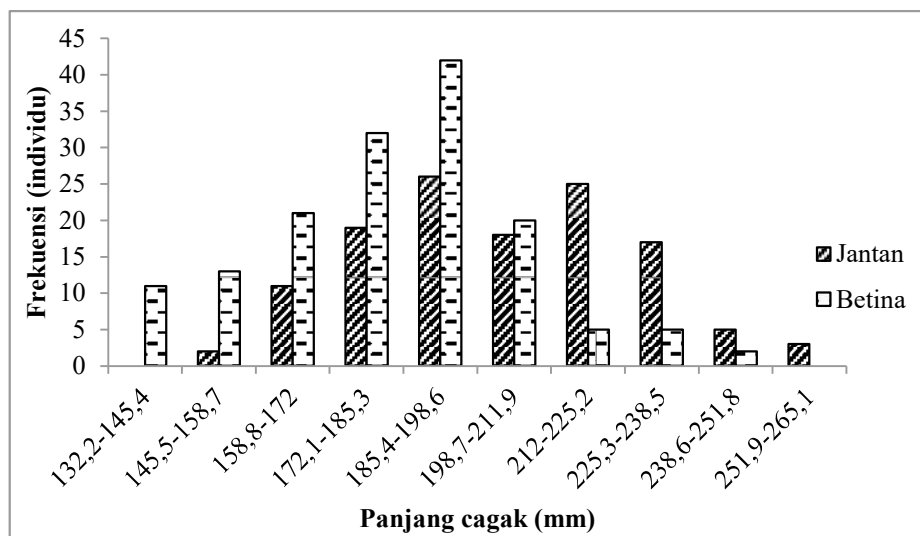
Jumlah ikan contoh yang dikumpulkan setiap bulannya berkisar antara 30-60 ekor. Secara keseluruhan, total contoh ikan kakap adalah 282 ekor yang terdiri atas 126 ekor jantan, 151 ekor betina, dan 5 ekor yang tidak dapat ditentukan jenis kelaminnya. Panjang cagak ikan kakap jantan berkisar antara 148,1-264,8 mm, sedangkan bobot tubuh dari 54,3-315,2 g. Kisaran panjang cagak ikan kakap betina adalah 132,2-247,6 mm dan bobot tubuh berkisar antara 34,6-233,1 gram. Modus ukuran panjang cagak ikan kakap jantan

dan betina berada pada kisaran 185,4-198,6 mm (Gambar 3).

Secara umum, nisbah kelamin ikan kakap betina dan jantan adalah 1,2:1 atau 55% ikan betina berbanding 45% ikan jantan. Perhitungan ini dilakukan untuk seluruh ikan contoh, baik yang belum ataupun sudah matang gonad. Ikan kakap betina lebih banyak tertangkap dibandingkan dengan ikan kakap jantan, kecuali pada bulan April dan September (Tabel 2). Berdasarkan perhitungan, diperoleh nilai khi kuadrat sebesar 1,37 yang lebih kecil daripada nilai tabel khi kuadrat pada selang kepercayaan 95% (11,07). Nilai ini menunjukkan bahwa nisbah kelamin ikan kakap dalam kondisi seimbang.



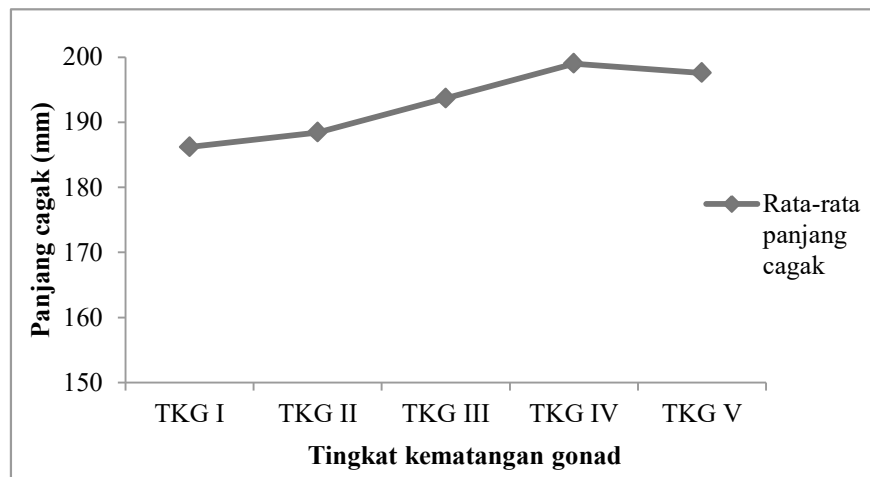
Gambar 2. Ikan kakap *Lutjanus vitta* di Perairan Teluk Jakarta dan sekitarnya (FL: 172 mm)



Gambar 3. Sebaran frekuensi panjang cagak ikan kakap di Teluk Jakarta dan sekitarnya pada bulan April, Mei, Agustus, September, Oktober 2014, dan Januari 2015

Tabel 2. Nisbah betina terhadap jantan ikan kakap di Teluk Jakarta dan sekitarnya pada bulan April, Mei, Agustus, September, Oktober 2014 dan Januari 2015

Kelamin	Bulan						Total
	April	Mei	Agustus	September	Oktober	Januari	
Betina (ekor)	15	33	21	22	23	37	151
Jantan (ekor)	20	27	15	24	16	24	126
Nisbah	0,75	1,22	1,40	0,92	1,44	1,54	1,20



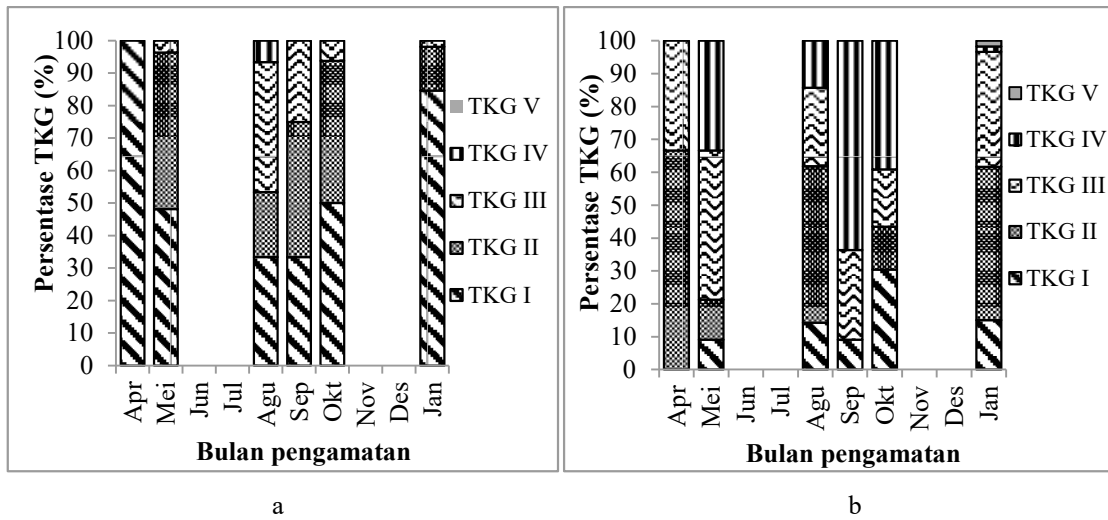
Gambar 4. Hubungan antara tingkat kematangan gonad dan panjang cagak ikan kakap di Teluk Jakarta dan sekitarnya

Berdasarkan Gambar 4, diketahui bahwa terdapat hubungan antara ukuran panjang cagak ikan dengan tingkat kematangan gonadnya. TKG ikan akan semakin berkembang dengan meningkatnya ukuran ikan. Ikan kakap jantan dan betina yang diamati selama penelitian banyak yang belum matang gonad dengan jumlah 113 ekor atau 90% (jantan) dan 70 ekor atau 47 % (betina). Pada bulan Agustus hingga Oktober diperoleh ikan kakap jantan dan betina pada fase TKG III dan IV (Gambar 5). Hal ini menunjukkan pada bulan tersebut gonad ikan kakap telah matang dan siap melakukan pemijahan. Selain itu, fase tersebut juga banyak ditemukan pada ikan kakap betina pada Bulan Mei.

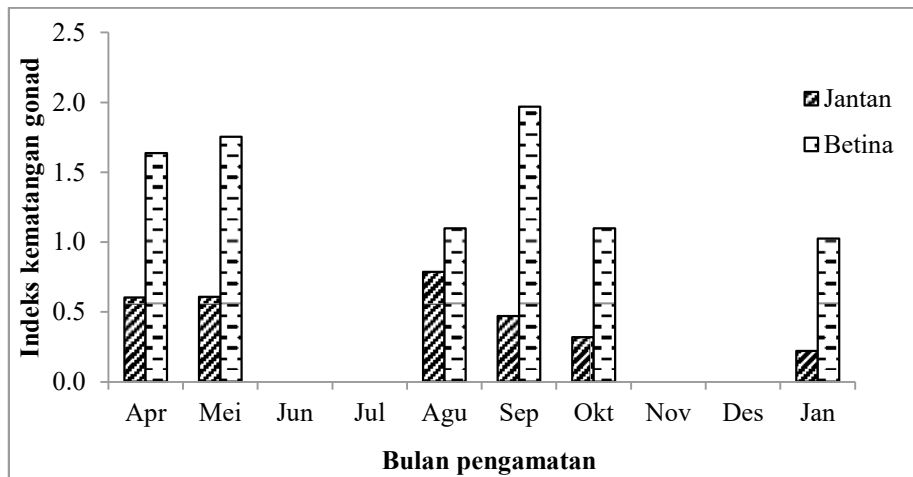
Nilai indeks kematangan gonad berfluktuasi setiap bulan pengamatan (Gambar 6). Nilai IKG rata-rata bulanan ikan jantan berkisar antara 0,2-

0,8 dan ikan betina memiliki kisaran nilai 1-2. Selama pengamatan, perkembangan IKG ikan kakap jantan tertinggi terjadi pada bulan Agustus, sedangkan ikan betina berada di bulan September. Pada bulan Juni, Juli, November, dan Desember tidak dilakukan pengambilan contoh, sehingga nilai IKG pada bulan tersebut tidak diketahui.

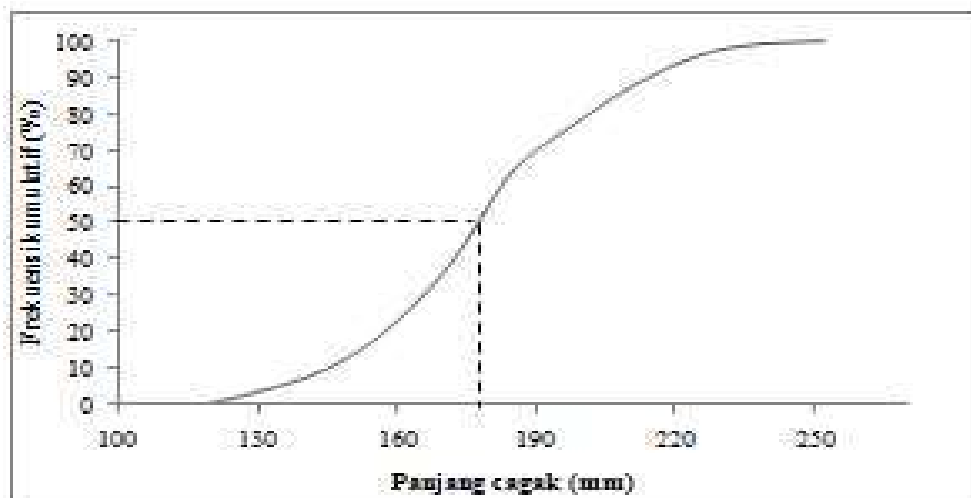
Pengukuran rata-rata ukuran panjang cagak ikan kakap yang tertangkap pada tingkat kemungkinan 50% (Lc) adalah 178 mm (Gambar 7). Sementara itu, berdasarkan analisis Spearman-Kärber (Udupa 1986) diketahui bahwa panjang cagak ikan kakap kali pertama matang gonad (Lm) di Perairan Teluk Jakarta dan sekitarnya adalah 252 mm dengan kisaran 243-260 mm (jantan) dan 187 mm dengan kisaran 177-196 mm (betina).



Gambar 5. Tingkat kematangan gonad ikan kakap jantan (a) dan betina (b) di Teluk Jakarta dan sekitarnya



Gambar 6. Indeks kematangan gonad ikan kakap di Teluk Jakarta dan sekitarnya



Gambar 7. Frekuensi kumulatif sebaran panjang cagak ikan kakap di Teluk Jakarta dan sekitarnya

Pembahasan

Kisaran panjang cagak ikan kakap yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 132-265 mm. Menurut Anderson & Allen (2001), pada umumnya ikan kakap berukuran 250 mm dengan ukuran panjang maksimum 400 mm. Ikan-ikan yang ditangkap di Teluk Jakarta dan sekitarnya dominan berukuran kecil. Tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian ini, kisaran panjang cagak ikan kakap di Pusat Karang Penghalang Besar (*Great Barrier Reef*), Australia adalah 175-274 mm (Newman *et al.* 2000). Sementara itu, ikan kakap di pesisir Barat Daya India memiliki kisaran panjang total yang lebih besar, yaitu 90-318 mm (Ramachandran *et al.* 2013). Menurut Frédou & Ferreira (2005), perbedaan distribusi ikan contoh yang diamati dapat disebabkan oleh adanya dampak kegiatan eksploitasi perikanan, perbedaan karakteristik ekologi setiap perairan serta jenis dan selektivitas alat tangkap. Pada umumnya alat tangkap yang digunakan dalam setiap penelitian cenderung berbeda, seperti pancing rawai dengan ukuran mata pancing kecil (penelitian ini), perangkap ikan dan pancing ulur (di Pusat Karang Penghalang Besar, Australia) serta jaring dasar dengan ukuran mata jaring 30 mm (di pesisir Barat Daya India). Karakteristik dan selektivitas yang berbeda pada setiap alat tangkap dapat menghasilkan perbedaan struktur ukuran ikan yang ditangkap (Al-Rasady *et al.* 2012, Wujdi *et al.* 2013). Selain itu, adanya perbedaan faktor biologi ikan seperti kondisi fisiologis, umur, jenis kelamin, keturunan dan energi serta kondisi lingkungan pada masing-masing perairan juga dapat menimbulkan variasi ukuran panjang ikan, karena akan memengaruhi cepat lambatnya pertumbuhan ikan (Effendie 1997, Fry & Milton 2009, Restiangsih *et al.* 2016, Schwartzkopf & Cowan Jr 2017).

Nisbah kelamin merupakan salah satu variabel riwayat hidup (*life history*) yang sangat penting dan menjadi dasar dalam menilai kemampuan atau kebugaran suatu populasi ikan (Winemiller & Rose 1992). Variabel ini digunakan untuk memperlihatkan perbandingan jantan dan betina dalam suatu populasi. Untuk mempertahankan kelangsungan hidup dan terjaganya kelestarian dalam suatu populasi, idealnya nisbah jenis kelamin berada pada keadaan seimbang atau jumlah ikan betina lebih banyak (Bal & Rao 1984). Hasil uji khi kuadrat menunjukkan bahwa perbandingan antara ikan kakap jantan dan betina di perairan Teluk Jakarta dan sekitarnya dalam keadaan yang seimbang. Namun, jenis ikan lainnya dari suku Lutjanidae (*Aphareus rutilans*) di Palabuhan Ratu memiliki nisbah kelamin yang tidak seimbang (Hukom *et al.* 2006). Adanya perbedaan dalam perbandingan kelamin ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti perbedaan tingkah laku, kondisi lingkungan, kegiatan penangkapan, perbedaan laju kematian, distribusi dan pertumbuhan ikan serta kemampuan reproduksi (Bal & Rao 1984, Effendie 1997, Turkmen *et al.* 2002). Selain itu, adanya perbedaan migrasi selama dan sebelum musim pemijahan juga diduga memengaruhi nisbah kelamin ikan kakap (Thomas & Munro 1983).

Peningkatan nilai IKG akan berbanding lurus dengan perkembangan TKG (Hukom *et al.* 2006), artinya ikan yang telah matang gonad akan memiliki nilai IKG yang besar dan begitu sebaliknya. TKG yang semakin berkembang akan menghasilkan ukuran gonad yang semakin besar, sehingga berdampak pada besarnya nilai IKG setiap individu ikan (Wujdi *et al.* 2013). Rendahnya nilai IKG rata-rata yang diperoleh selama penelitian menunjukkan bahwa ikan-ikan yang diamati sebagian besar masih berukuran kecil atau belum matang gonad (Gambar 6). Hal

ini juga terjadi pada penelitian ikan jenis lain pada suku Lutjanidae, yaitu ikan kakap merah *L. sanguineus* dan *L. malabaricus* di Laut Jawa (Karyaningsih & Suhendrata 1992; Wahyuning-sih *et al.* 2013) dan ikan tajuk *Aphareus rutilans* di Palabuhan Ratu (Hukom *et al.* 2006), ikan-ikan yang ditangkap didominasi oleh ikan yang belum matang gonad. Menurut Johannes (1978), ikan-ikan suku Lutjanidae merupakan jenis ikan yang beruaya pada saat melakukan pemijahan dan biasanya memijah di laguna atau lereng terumbu karang yang menghadap ke laut lepas. Oleh karena itu, ada kemungkinan bahwa daerah penangkapan ikan oleh nelayan Tanjung Pasir bukan menjadi daerah pemijahan ikan kakap, sehingga ikan yang telah matang gonad jarang ditemukan dalam jumlah besar. Namun, untuk membuktikan hal tersebut perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, terlebih terkait strategi reproduksinya.

Ukuran pertama matang gonad (Lm) ikan kakap betina lebih kecil daripada ikan kakap jantan, yaitu 187 mm. Pada umumnya ikan betina akan mengeluarkan energi yang lebih tinggi untuk pertumbuhan gonad daripada pertumbuhan sel atau somatiknya, sehingga ikan betina akan lebih cepat matang gonad dibandingkan ikan jantan (Clarke 1983, West 1990; King 1995; Effendie 1997). Selain itu, ikan betina berpotensi kehilangan hingga 85% cadangan energi somatik saat pemijahan terjadi (Adams & Breck 1990). Pertumbuhan dan pematangan gonad pada individu dewasa merupakan dua proses utama yang membutuhkan banyak energi dan terjadi dengan mengorbankan pertumbuhan jaringan somatik (Flath & Diana 1985). Di pesisir Barat Daya India, nilai Lm pada ikan kakap betina adalah 158 mm dan 145 mm untuk ikan kakap jantan (Ramachandran *et al.* 2013). Pada umumnya, kelompok ikan kakap mencapai ukuran kema-

tangan gonad pada ukuran panjang 40-50% dari panjang maksimumnya dan perbedaan ukuran pada saat matang gonad biasanya dipengaruhi oleh kedalaman, tipe habitat dan kelimpahan makanan (Grimes 1987). Nilai Lm dapat berbeda dalam satu jenis ikan dan antar jenis ikan, sehingga individu yang berasal dari satu kelas umur atau satu kelas panjang tidak selalu harus mencapai panjang kali pertama matang gonad yang sama (Udupa 1986). Sebagai salah satu karakteristik riwayat hidup ikan, nilai Lm sangat penting untuk diketahui karena dapat berimplikasi pada keakuratan suatu kegiatan pengelolaan perikanan (Fry *et al.* 2009).

Hasil analisis terhadap nilai Lc dan Lm menunjukkan bahwa sebagian besar ikan kakap yang tertangkap di Perairan Teluk Jakarta dan sekitarnya masih muda dan belum memijah atau belum matang gonad ($L_c < L_m$). Jika ikan-ikan yang berukuran kecil dan belum matang gonad lebih banyak tertangkap, maka berpeluang menyebabkan terjadinya lebih-tangkap pertumbuhan (*growth overfishing*). Jenis lebih-tangkap ini akan menyebabkan penurunan stok ikan akibat banyaknya penangkapan ikan-ikan muda, yang belum sempat mencapai ukuran tertentu atau dewasa sehingga tidak bisa mengimbangi penyusutan stok karena kematian alami (misalnya pemangsaan).

Berdasarkan informasi di atas, maka upaya pengelolaan ikan kakap yang dapat dilakukan meliputi peningkatan selektivitas alat tangkap dan peningkatan ukuran tangkap. Pendekatan selektivitas alat tangkap dapat dilakukan melalui peningkatan ukuran mata pancing (di bawah nomor 13) agar ukuran tangkap ikan kakap menjadi lebih panjang daripada nilai Lm, yaitu 250 mm. Peningkatan ukuran tangkap ini juga dimaksudkan agar ikan yang tertangkap mencapai struktur umur yang paling produktif dari stok ikan serta

memberikan kesempatan ikan muda untuk tumbuh sehingga nilai ekonominya bertambah (Muhammad 2011).

Simpulan

Ikan kakap yang tertangkap di sekitar Perairan Teluk Jakarta dan sekitarnya memiliki kisaran panjang cagak 132-265 mm. Sebagian besar ikan yang tertangkap belum mencapai ukuran kali pertama matang gonad ($L_c < L_m$). Ukuran panjang cagak rata-rata tertangkap (L_c) adalah 178 mm, sedangkan panjang cagak kali pertama matang gonad (L_m) adalah 252 mm (jantan) dan 187 mm (betina).

Persantunan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada M. Adrim, Fahmi, Priyo Agustono, dan Johan Picasouw atas segala bantuan yang telah diberikan selama penelitian.

Daftar pustaka

- Adams SM, Breck JE. 1990. Bioenergetics. In: Schreck CB, Moyle PB (eds). *Methods for Fish Biology*. American Fisheries Society, Bethesda. pp. 389-409.
- Al-Rasady I, Govender A, Saud M, Al-Jufaili. 2012. Reproductive biology of longnose trevally (*Carangoides chrysophrys*) in the Arabian Sea, Oman. *Environmental Biology of Fishes*, 93 (1): 177-184.
- Anderson WD, Allen GR. 2001. Lutjanidae. Snappers (jobfishes). In: Carpenter KE, Niem V (eds.). *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Vol. 5. Bony fishes part 3 (Menidae to Pomacentridae)*. FAO, Rome. pp. 2840-2919.
- Bal DV, Rao KV. 1984. *Marine Fisheries of India*. Tata McGraw-Hill Publishing Company, New Delhi. 472 p.
- Clarke TA. 1983. Sex ratios and sexual differences in size among mesopelagic fishes from the Central Pacific Ocean. *Marine Biology*, 73(2): 203-209.
- Davis TLO, West GJ. 1992. Growth and mortality of *Lutjanus vittus* (Quoy and Gaimard) from the North West Shelf of Australia. *Fishery Bulletin*, 90(2): 395-404.
- Davis TLO, West GJ. 1993. Maturation, reproductive seasonality, fecundity, and spawning frequency in *Lutjanus vitta* (Quoy and Gaimard) from the North West Shelf of Australia. *Fishery Bulletin*, 91(1): 224-236.
- Effendie MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta. 162 hlm.
- Flath LE, Diana JS. 1985. Seasonal energy dynamics of the alewife in Southeastern Lake Michigan. *Transactions of the American Fisheries Society*, 114(3): 328-337.
- Frédou T, Ferreira BP. 2005 Bathymetric trends of Northeastern Brazilian snappers (Pisces, Lutjanidae): implications for the reef fishery dynamic. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(1): 787-800.
- Fry G, Milton DA, Velde TVD, Stobutzki I, Andamari R, Badrudin, Sumiono B. 2009. Reproductive dynamics and nursery habitat preferences of two commercially important Indo-Pacific red snappers *Lutjanus erythropterus* and *L. malabaricus*. *Fisheries Sciences*, 75(1): 145-158.
- Fry GC, Milton DA. 2009. Age, growth and mortality estimates for populations of red snappers *Lutjanus erythropterus* and *L. malabaricus* from northern Australia and eastern Indonesia. *Fisheries Sciences*, 75(5): 1219-1229.
- Grimes CB. 1987. Reproductive biology of Lutjanidae: a review. In: Polovina JJ, Ralston S (ed.). *Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management*. Westview Press, Boulder and London. pp. 239-294.
- Holden MJ, Raitt DFS. 1974. Manual of Fisheries Science. *FAO Fisheries Technical Papers* 115. 214 p.
- Hukom FD, Purnama DR, Rahardjo MF. 2006. Tingkat kematangan gonad, faktor kondisi, dan hubungan panjang-berat ikan tajak (*Aphareus rutilans* Cuvier, 1830) di perairan Laut Dalam Palabuhanratu, Jawa Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 6(1): 1-9.
- Johannes RE. 1978. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Environmental Biology of Fishes*, 3(1): 65-84.

- Karyaningsih S, Suhendrata T. 1992. Pendugaan ukuran pertama kali matang gonad ikan kakap merah (*Lutjanus sanguineus*) di Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 75(1): 29-32.
- King MG. 1995. *Fisheries biology, assessment and management*. Fishing News Books, Oxford. 341 p.
- Muhammad S. 2011. *Kebijakan Pembangunan Perikanan dan Kelautan: Pendekatan Sistem*. Universitas Brawijaya Press. Malang. 508 hlm.
- Newman SJ, Williams DMcB. 1996. Variation in reef associated assemblages of the Lutjanidae and Lethrinidae at different distances offshore in the central Great Barrier Reef. *Environmental Biology of Fishes*, 46(2): 123-138.
- Newman SJ, Cappo M, Williams D.McB. 2000. Age, growth and mortality of the stripey, *Lutjanus carponotatus* (Richardson) and the brown-striped snapper, *L. vitta* (Quoy and Gaimard) from the central Great Barrier Reef, Australia. *Fisheries Research*, 48(1): 263-275.
- Ramachandran S, Ali DM, Varghese BC. 2013. Age, growth and maturity of brownstripe red snapper *Lutjanus vitta* (Quoy & Gaimard, 1824) from southwest coast of India. *Journal of Marine Biology*, 55(2): 61-68.
- Randall JE. 1995. *Coastal Fishes of Oman*. University of Hawaii Press, Honolulu. 439 p.
- Restiangsih YH, Noegroho T, Wagiyo K. 2016. Beberapa aspek biologi ikan tenggiri papan (*Scomberomorus guttatus*) di perairan Cilacap dan sekitarnya. *Bawal*, 8(3): 191-198.
- Schwartzkopf BD, Cowan Jr JH. 2017. Seasonal and sex differences in energy reserves of red snapper *Lutjanus campechanus* on natural and artificial reefs in the northwestern Gulf of Mexico. *Fisheries Science*, 83(1): 13-22.
- Thomas R, Munro JL. 1983. The biology, ecology and bionomics of the snappers, Lutjanidae. *ICLARM. Technical Report*, 7: 94-109.
- Turkmen M, Erdogan O, Yildirim A, Akhyurt I. 2002. Reproductive tactics, age and growth of *Capoeta capoeta* umla Heckel 1843 from the Askale region of the Karasu River, Turkey. *Fisheries Research*, 54(1): 317-328.
- Udupa KS. 1986. Statistical method of estimating the size at first maturity of fishes. *Fishbyte*, 4(2): 8-10.
- Wahyuningsih, Prihatiningsih, Ernawati T. 2013. Parameter populasi ikan kakap merah (*Lutjanus malabaricus*) di Perairan Laut Jawa bagian timur. *Bawal*, 5(3): 175-179.
- West G. 1990. Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 41(1): 199-222.
- Wujdi A, Suwarso, Wudianto. 2013. Biologi reproduksi dan musim pemijahan ikan lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker, 1853) di Perairan Selat Bali. *Bawal*, 5 (1): 49-57.
- Winemiller KO, Rose KA. 1992. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49(10): 2196-2218.

Biologi reproduksi ikan layur, *Trichiurus lepturus* Linnaeus, 1758 di perairan pantai Kabupaten Bantul

[Reproductive biology of largehead hairtails, *Trichiurus lepturus* Linnaeus, 1758 in the coastal area of Bantul Regency]

Praditha Novianingrum, Djumanto, Murwantoko, Eko Setyobudi✉

Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada
Jl. Flora Gedung A-4 Perikanan Bulaksumur Yogyakarta, 55281

Diterima: 20 Oktober 2016; Disetujui: 30 Mei 2017

Abstrak

Ikan layur (*Trichiurus lepturus*) merupakan salah satu komoditas hasil tangkapan ikan di Daerah Istimewa Yogyakarta dengan jumlah produksi dan nilai yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji aspek reproduksi yang meliputi: tingkat kematangan gonad, fekunditas, dan ukuran ikan kali pertama matang gonad layur di perairan pantai Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Sampel ikan dikumpulkan dari hasil tangkapan nelayan yang menggunakan jaring insang dengan ukuran mata jaring 1,75 dan 2 inci di Tempat Pelelangan Ikan Depok dan Samas. Pengumpulan sampel ikan dilakukan pada bulan Januari hingga April 2016 setiap dua minggu sekali minimal 30 ekor. Sampel ikan diidentifikasi jenis kelamin, diukur panjang, bobot tubuh, bobot gonad, dan tingkat kematangan gonad (TKG). Data yang dianalisis meliputi sebaran panjang, bobot, nisbah kelamin, indeks kematangan gonad, ukuran ikan kali pertama matang gonad (Lm), fekunditas, dan diameter telur. Hasil pengamatan menunjukkan kisaran panjang ikan 52,8-86,2 cm dan bobot 115-567,2 g, nisbah betina dan jantan sebesar 1 : 0,6. TKG II dan III ditemukan pada setiap bulan pengamatan sedangkan TKG IV banyak ditemukan pada bulan April. Diameter telur ikan TKG IV berkisar 0,35-1,02 mm, terdapat dua modus persebaran sehingga pemijahan diduga bertahap dan fekunditas sebanyak 24.601 butir dengan kisaran 12.873-33.534 butir. Fekunditas meningkat seiring panjang tubuh induk dengan persamaan $F = 0,434L^{2,60}$. Ukuran ikan layur kali pertama matang gonad diperkirakan pada panjang 65,55 cm, lebih panjang daripada ukuran rata-rata tertangkap, yaitu pada 63,4 cm.

Kata penting: fekunditas, ikan layur, tingkat kematangan gonad, ukuran pertama matang gonad

Abstract

Largehead hairtail (*Trichiurus lepturus*) is one commodity fish catches with high production and value in Yogyakarta. The purpose of this research is to analyse reproductive aspects of this fish in coastal area of Bantul Regency. Yogyakarta. Those aspects are gonadal maturity level, fecundity, and the length at the first gonadal maturity. Fish samples are taken from the catch of fisherman using gillnet with a mesh sizes of 1.75 and 2 inches in the coastal fishing port of Depok and Samas. The fish collected from January to April 2016 with at least 30 individuals every two weeks. The samples are identified to find their sex and measured to know the length, weight, and gonadal maturity level (TKG). The data analyzed include length distribution, weight, sex ratio, gonadosomatic index, length at the first gonadal maturity (Lm), fecundity and oocyte diameter. The result shows the fish length varies between 52.8 and 86.2 cm, and weight 115 and 567.2 g. The sex ratio between male and female was 1:0.6. Gonad maturity stage II and III are found every month observation while gonad maturity stage IV found in April. Oocyte diameter in the stage of gonadal maturity IV was 0.35-1.02 mm, there were two distribution modus so that the spawning expected partial spawner with fecundity of 24.601 eggs with range was 12.873-33.534 eggs. Fecundity increased as parent's body length with equation $F = 0,434L^{2,60}$. Hairtail expected reaching the length of the first gonadal maturity in 65.55 cm, higher than the average captured, namely 63.4 cm.

Key words: fecundity, hairtail, length at first maturity, stage of gonadal maturity

Pendahuluan

Produksi perikanan laut di Daerah Istimewa Yogyakarta terus meningkat, dari 134,93 ton (tahun 1994) meningkat menjadi 3.862 ton (tahun 2010), 3.952,9 ton (tahun 2012), dan 4.093,2 ton (tahun 2013) dengan total nelayan telah menca-

pai 1.126 orang (Dinas Kelautan dan Perikanan DIY 2012). Kegiatan perikanan tangkap tersebut berkembang di tiga kabupaten yang memiliki wilayah pesisir, yaitu Kabupaten Gunungkidul, Bantul, dan Kulonprogo.

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: setyobudi0204@gmail.com

Layur merupakan salah satu ikan demersal yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Penangkapan ikan layur mulai dilakukan pada tahun 1950 oleh negara-negara di seluruh dunia, terutama negara Tiongkok, Jepang, dan Korea. Secara ekonomis, ikan layur jenis *Trichiurus lepturus* memiliki nilai penting yang tinggi. Permintaan ekspor ikan layur semakin meningkat ke beberapa negara Asia. Untuk memenuhi kebutuhan ikan layur dunia yang terus meningkat, Indonesia telah melakukan ekspor ikan layur sejak tahun 1997 dan terus meningkat sampai sekarang. Tercatat dalam Statistik Ekspor Hasil Perikanan Menurut Komoditas tahun 2012, volume total ekspor ikan layur mencapai 9.882.892 kg dengan nilai produksi 12.419.430 US\$ dan negara tujuan ekspor utama adalah Tiongkok (5.289.505 kg), Thailand (486.645 kg), serta Vietnam (383.627 kg) (Kementerian Kelautan dan Perikanan 2012).

Potensi sumber daya ikan layur cukup besar, namun jika dieksploitasi secara berlebihan tanpa pengelolaan yang bertanggungjawab dan berkelanjutan maka populasi layur akan mengalami penurunan. Penangkapan yang dilakukan pada saat musim pemijahan akan mengakibatkan ikan matang gonad dan siap berpijah ikut tertangkap. Selain itu, ukuran ikan layur yang umum tertangkap belum memenuhi ukuran layak tangkap, bahkan ada yang belum pernah memijah. Ikan layur paling banyak tertangkap di perairan Palabuhanratu, Jawa Barat pada selang ukuran 75,1-87,5 cm sedangkan ukuran kali pertama matang gonad terukur 63,3 cm (Ernawati & Butet 2012). Penangkapan ikan yang tidak selektif dan berlebihan akan menyebabkan berubahnya struktur populasi ikan layur yang dapat merugikan nelayan, ikan tangkapan, dan memengaruhi kelangsungan hidup organisme lain serta lingkungan di sekitarnya.

Penelitian mengenai biologi reproduksi ikan layur di dunia telah banyak dilakukan, diantaranya di perairan subtropis Brazil bagian selatan (Martins & Haimovici 2000), di pesisir India (Khan 2006) serta di selatan pantai wilayah Arab dan utara Teluk Bengal (Ghosh *et al.* 2010). Di Indonesia penelitian biologi reproduksi ikan layur masih relatif sedikit dilakukan, diantaranya di perairan Palabuhanratu, Jawa Barat (Ernawati & Butet 2012) dan Pelabuhan Perikanan Pantai Morodemak (Vianita *et al.* 2014).

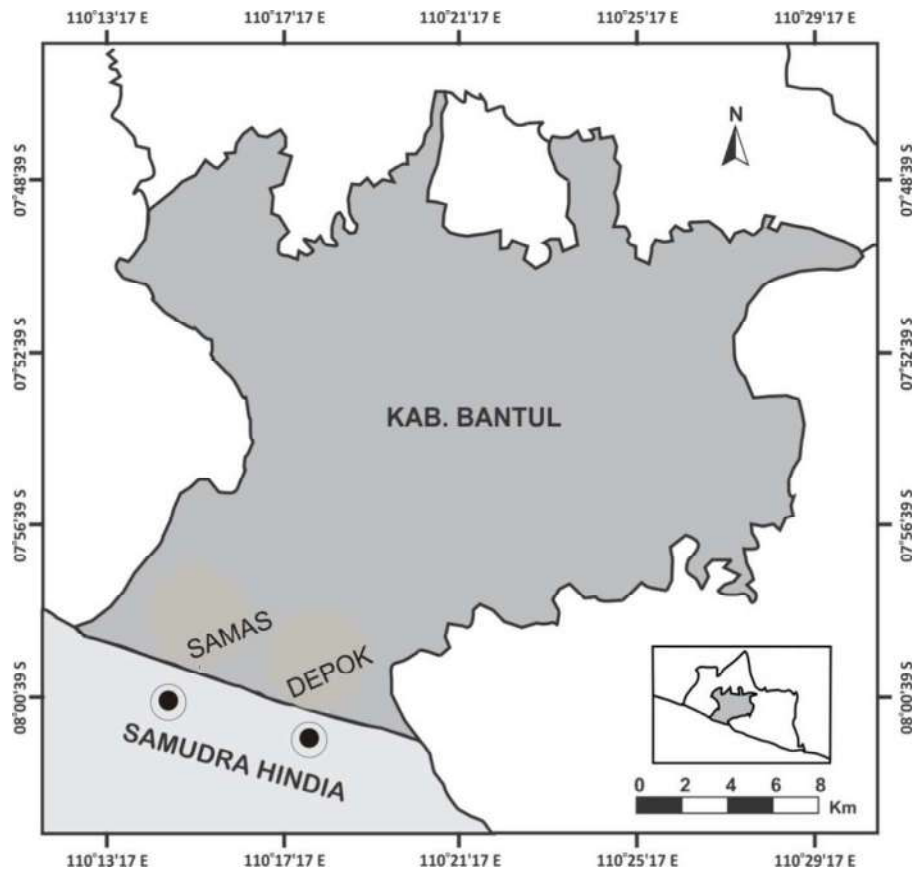
Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat kematangan gonad (TKG), fekunditas, dan ukuran kali pertama matang gonad ikan layur di perairan pantai Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Bahan dan metode

Waktu dan lokasi penelitian

Pengambilan sampel ikan layur pada bulan Januari hingga April 2016 yang bertepatan dengan musim penghujan, dengan interval pengambilan sampel tiap dua minggu sekali. Jumlah sampel adalah proporsional dengan jumlah tangkapan, namun diupayakan agar minimal 30 ekor tiap pengambilan data.

Sampel ikan layur diperoleh dari hasil tangkapan nelayan yang mendaratkan hasilnya di Tempat Pendaratan Ikan (TPI) pantai Depok, Kecamatan Kretek dan pantai Samas yang berada di Kecamatan Sanden, Kabupaten Bantul. Kapal penangkapan ikan yang digunakan nelayan merupakan kapal motor berbahan fiber 15 PK. Alat tangkap yang biasa digunakan oleh nelayan setempat adalah jaring insang dengan ukuran mata jaring 1,75 dan 2 inci. Target tangkapan utama hanya ikan layur yang berasal dari Samudra Hindia bagian perairan pantai Kabupaten Bantul (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian (sumber: data primer modifikasi *google map*)

Ikan sampel disimpan dalam kotak pendingin (*cool box*) kemudian dibawa ke Laboratorium Manajemen Sumberdaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada untuk diteliti lebih lanjut. Apabila jumlah sampel sangat banyak, sampel dibekukan dalam *freezer* sebelum proses pengamatan. Setiap sampel layur diukur panjang totalnya menggunakan penggaris ketelitian 0,1 cm dan bobot total ditimbang dengan timbangan digital ketelitian 0,1 gram.

Penentuan jenis kelamin dilakukan dengan mengamati gonad secara visual. Ikan dibedah rongga perutnya, kemudian gonad ditimbang dan ditentukan tingkat kematangan gonad dengan menggunakan kriteria tingkat kematangan gonad secara morfologi (Effendie 1979).

Perbandingan jenis kelamin digunakan uji *chi-square* (X^2) (Biswas 1993), dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan : o_i = frekuensi ikan jantan dan betina yang teramati, e_i = frekuensi harapan, yaitu frekuensi ikan jantan ditambah frekuensi ikan betina, X^2 = *chi-square* hitung

Pendugaan ukuran rata-rata ikan tertangkap (L_c 50%) diperoleh dari frekuensi kumulatif data panjang ikan pada posisi persen 50. Penentuan panjang kali pertama ikan matang gonad (L_m 50%) menggunakan sebaran frekuensi proporsi gonad yang telah matang. Analisis data sebaran frekuensi tersebut dapat dilakukan dengan cara (King 1995) :

1. menentukan jumlah kelas dan selang kelas yang diperlukan.

- menentukan lebar selang kelas.
- menghitung frekuensi ikan secara keseluruhan dan frekuensi TKG III dan IV pada selang kelas panjang yang sudah ditentukan.
- menentukan proporsi antara TKG III dan IV terhadap frekuensi total tiap selang kelas yang sudah ditentukan.

$$P = \frac{1}{1 + e^{-r(L-L_m)}}$$

Keterangan: P= proporsi gonad yang telah matang pada selang kelas tertentu (%), r= kemiringan kurva sigmoid, L= panjang rata-rata pada selang kelas tertentu (cm), L_m= panjang kali pertama ikan matang gonad (cm)

Untuk mengetahui indeks kematangan gonad (IKG) dilakukan dengan cara menimbang bobot gonad dan bobot total termasuk gonad dengan menggunakan timbangan ketelitian 0,1 gram kemudian dihitung menggunakan rumus (Effendie 1997):

$$IKG = Bg/Bt \times 100$$

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

Fekunditas ikan ditentukan dengan menggunakan metode gravimetrik dan dihitung dengan rumus sebagai berikut (Effendie 1979):

$$X : x = B : b$$

Keterangan: X= jumlah telur di dalam gonad (butir), x= jumlah telur dari sebagian kecil gonad (butir), B=

bobot seluruh gonad (gram), b= bobot dari sebagian kecil gonad (gram)

Hubungan fekunditas dengan panjang ikan ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$F = aL^b$$

Keterangan: F= fekunditas (butir), L= panjang total ikan (cm), a dan b= konstanta

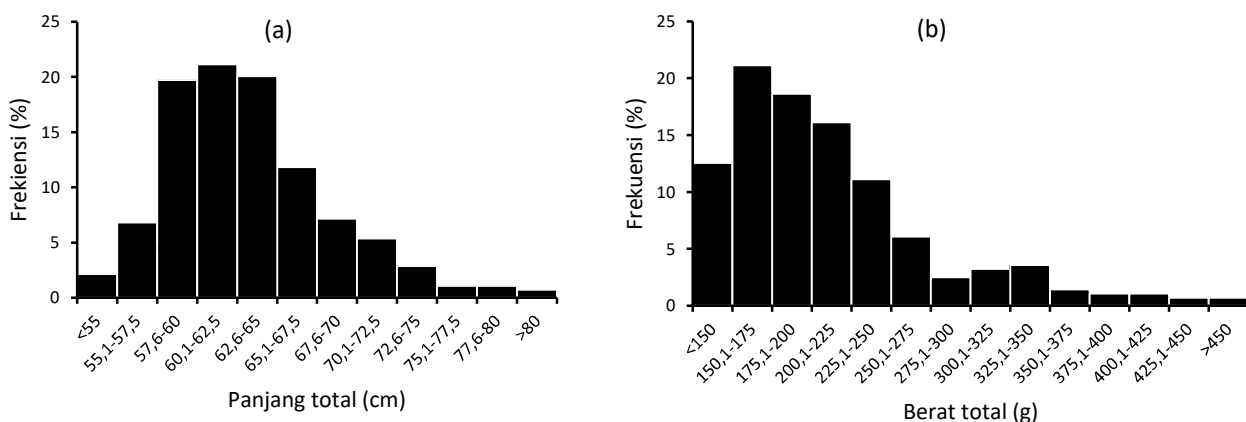
Diameter telur diamati dengan cara mengambil sampel gonad TKG IV yang diambil butir telurnya sebanyak 30 butir secara acak. Setelah itu diamati dengan menggunakan mikroskop binokuler yang dilengkapi dengan bantuan optilab.

Sebaran ukuran diameter telur dianalisis dengan program FISAT II FAO menggunakan metode *Bhattacharya* untuk melihat persebaran modus diameter telur yang siap diovulasikan dan belum diovulasikan saat pemijahan.

Hasil

Sebaran panjang dan bobot

Ikan layur sebanyak 279 ekor hasil tangkapan nelayan di perairan pantai Kabupaten Bantul mempunyai kisaran panjang 52,8-86,2 cm dan bobot 115-567,2 g. Sebaran panjang dan bobot ikan layur secara lengkap disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sebaran panjang total (a) dan bobot (b) ikan layur (*T. lepturus*) di perairan pantai Kabupaten Bantul pada bulan Januari-April 2016

Ikan layur yang tertangkap sebagian besar mempunyai panjang 57,6-65 cm (60,90%) dan hanya sedikit ikan layur yang tertangkap lebih besar dari 75 cm (4,60%). Sebagian besar, bobot ikan layur yang tertangkap berkisar antara 150,1-225 g (55,90%) dan ikan layur yang tertangkap dengan bobot lebih besar dari 300 g hanya sebesar 11,83% dari total hasil tangkapan. Berdasarkan jenis kelamin, sebaran panjang dan bobot ikan layur disajikan pada Gambar 3 dan 4.

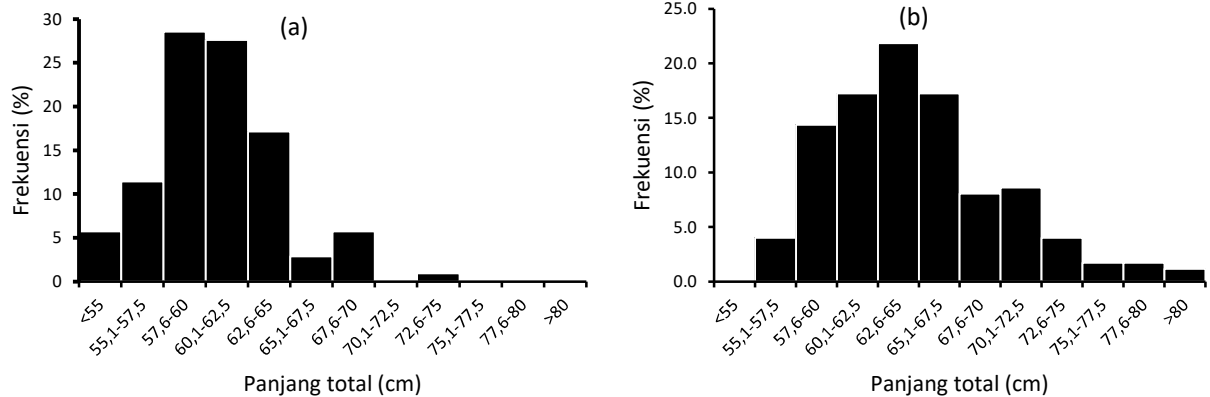
Nisbah kelamin

Ikan layur yang tertangkap sebagian besar (62,50%) berjenis kelamin betina dengan nisbah

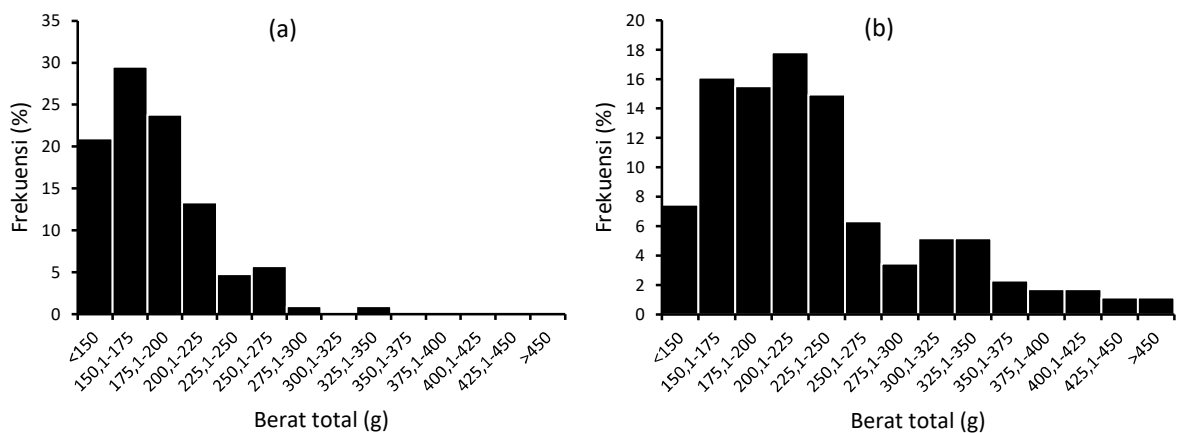
1: 0,6 (Tabel 1). Berdasarkan uji *chi-square* pada taraf nyata 0,05 (95%) diperoleh bahwa nisbah kelamin antara ikan jantan dan ikan betina secara keseluruhan tidak seimbang.

Tingkat kematangan gonad (TKG)

Komposisi TKG tiap bulan disajikan pada Gambar 5. Pada ikan jantan ditemukan semua fase TKG, sedangkan pada ikan betina fase TKG V tidak ditemukan. Ikan jantan dan betina dengan TKG II dan III ditemukan pada setiap bulan, sedangkan TKG IV banyak ditemukan pada bulan April.



Gambar 3. Sebaran panjang total ikan layur (*T. lepturus*) jantan (a) dan betina (b) di perairan pantai Kabupaten Bantul pada bulan Januari-April 2016



Gambar 4. Sebaran bobot ikan layur (*T. lepturus*) jantan (a) dan betina (b) di perairan pantai Kabupaten Bantul pada bulan Januari-April 2017

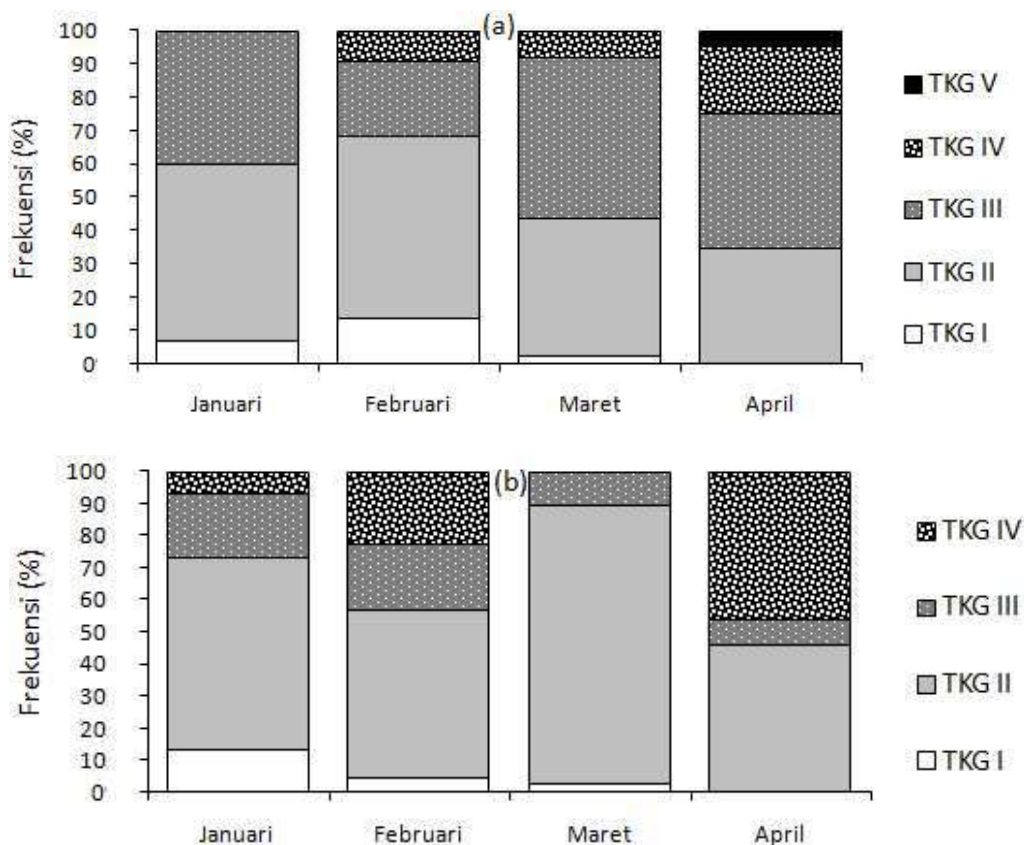
Tabel 1. Nisbah kelamin ikan layur (*T. lepturus*) di perairan pantai Kabupaten Bantul pada bulan Januari-April 2016

Jenis Kelamin	Frekuensi (o_i)	Frekuensi Harapan (e_i)	X^2	J/B	Nisbah
Jantan	105	139,5	8,5322581	0,60	0,6 : 1
Betina	174		8,5322581		
Jumlah	279		17,0645162		

X^2 tabel = $X^2_{0,05(v=2-1)}=3,8410$

Hipotesis: X^2 hitung > X^2 tabel maka H_0 ditolak

Kesimpulan: Nisbah kelamin secara keseluruhan tidak seimbang (tidak 1:1)



Gambar 5. Tingkat kematangan gonad ikan layur (*T. lepturus*) jantan (a) dan betina (b) di perairan pantai Kabupaten Bantul pada bulan Januari-April 2016

Indeks kematangan gonad

Nilai indeks kematangan gonad (IKG) bervariasi pada setiap TKG. Nilai IKG ikan layur disajikan pada Tabel 2. IKG ikan layur jantan maupun betina meningkat seiring dengan meningkatnya TKG dan akan mengalami penurunan pada saat mencapai TKG V (Gambar 6). Rerata nilai IKG ikan layur jantan sebesar 0,18 pada TKG I dan akan meningkat hingga 1,25 pada

TKG IV. Rerata nilai IKG ikan layur betina sebesar 0,33 pada TKG I dan akan meningkat hingga 5,75 pada TKG IV.

Diameter telur

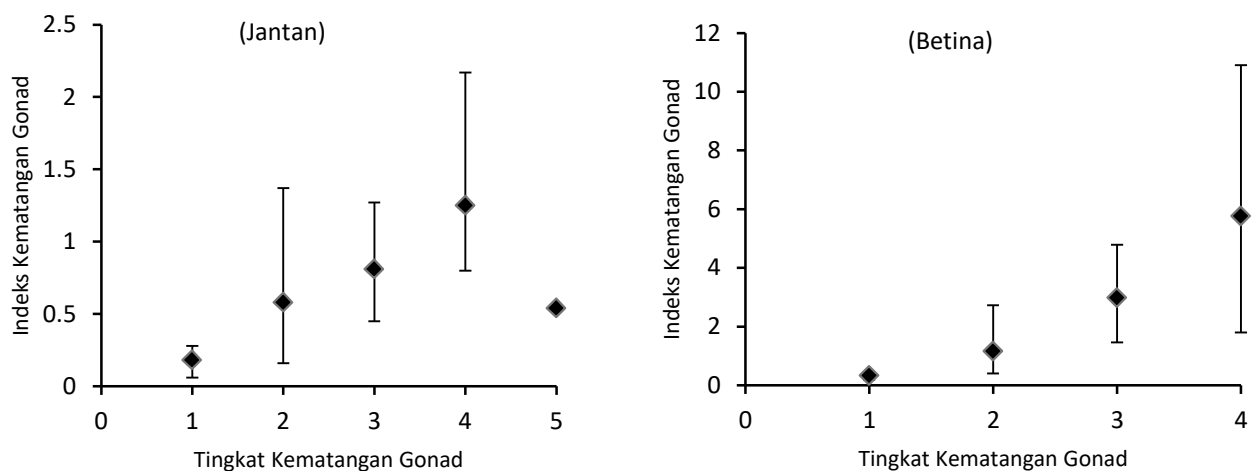
Sebaran diameter telur ikan layur dapat dilihat pada Gambar 7. Ukuran diameter telur sebanyak 34 ekor ikan layur betina matang gonad (TKG IV) berkisar antara 0,35-1,02 mm. Sebaran

diameter telur pada TKG IV menunjukkan dua kelompok (modus). Ukuran telur yang bervariasi menunjukkan bahwa telur tidak matang secara serentak. Proporsi telur ikan layur yang siap dikeluarkan pada saat pemijahan sebesar 83,92%

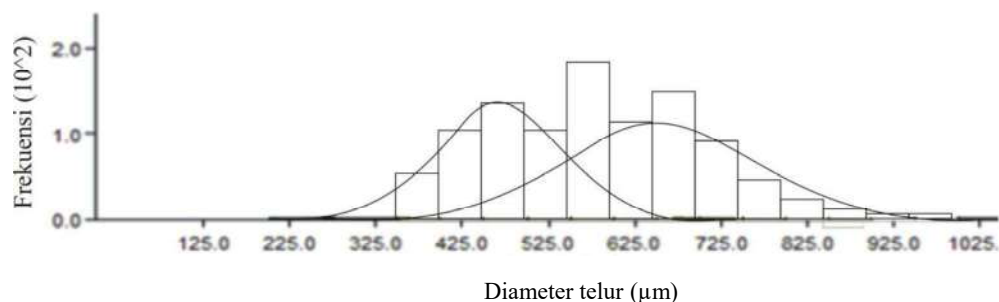
dengan ukuran diameter telur $>0,472$ mm, sehingga telur berukuran $<0,472$ mm adalah telur yang belum siap dikeluarkan (16,08%) dengan kisaran diameter telur antara 0,350 dan 0,472 mm.

Tabel 2. Nilai indeks kematangan gonad ikan layur (*T. lepturus*) jantan dan betina di perairan pantai Kabupaten Bantul pada bulan Januari-April 2016

TKG	Jantan	Betina	Kisaran (rerata)	
			Jantan	Betina
I	6	14	0,06 - 0,28 (0,18)	0,19 - 0,45 (0,33)
II	55	107	0,16 - 1,37 (0,58)	0,41 - 2,73 (1,16)
III	30	19	0,45 - 1,27 (0,81)	1,47 - 4,79 (2,97)
IV	13	34	0,80 - 2,17 (1,25)	1,80 - 10,91 (5,75)
V	1		0,54	
Total	105	174		



Gambar 6. Nilai indeks kematangan gonad (IKG) pada setiap tingkat kematangan gonad ikan layur (*T. lepturus*) di perairan pantai Kabupaten Bantul pada bulan Januari-April 2016



Gambar 7. Sebaran dan dugaan populasi ukuran diameter telur ikan layur (*T. lepturus*) di perairan pantai Kabupaten Bantul pada bulan Januari-April 2016

Fekunditas

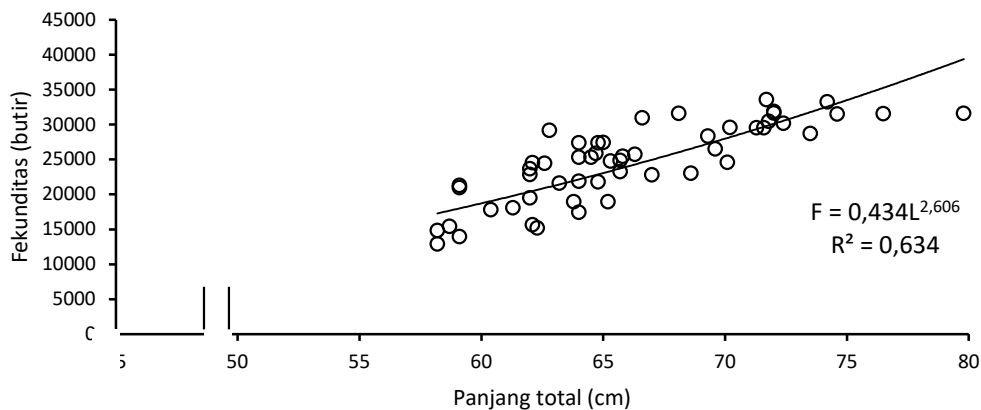
Ikan layur yang dapat dihitung fekunditasnya sebanyak 53 ekor atau sebesar 30,50% dari total ikan layur betina yang tertangkap dengan kisaran panjang 58,2-79,8 cm. Fekunditas ikan layur betina berkisar antara 12.873-33.534 butir (rerata 24.601 butir).

Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai fekunditas meningkat sejalan dengan peningkatan ukuran ikan, mengikuti persamaan $F = 0,434L^{2,60}$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,634. Nilai R^2 menunjukkan bahwa 63,40% fekunditas ikan layur dipengaruhi oleh panjang tubuh ikan. Hasil analisis korelasi menunjukkan hubungan panjang total dengan fekunditas yang

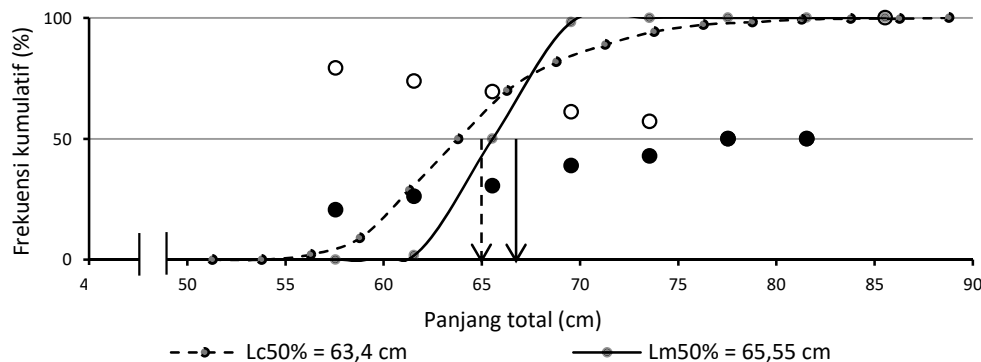
cukup kuat ($r = 0,728$), semakin bertambahnya panjang ikan layur akan diikuti oleh pertambahan fekunditasnya.

Panjang rata-rata ikan tertangkap (L_c 50%) dan kali pertama matang gonad (L_m 50%)

Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa ikan layur memiliki rata-rata panjang tertangkap (L_c 50%) sebesar 63,40 cm (Gambar 9). Ikan layur betina diperkirakan mencapai kali pertama matang gonad (L_m 50%) pada ukuran 65,55 cm. Nilai $L_c < L_m$ menunjukkan bahwa ikan layur dapat tertangkap meskipun belum pernah memijah.



Gambar 8. Hubungan fekunditas dengan panjang total ikan layur (*T. lepturus*) betina di perairan pantai Kabupaten Bantul pada bulan Januari-April 2016



Gambar 9. Frekuensi kumulatif dari sebaran panjang ikan layur (*T. lepturus*) di perairan pantai Kabupaten Bantul pada bulan Januari-April 2016

Pembahasan

Ikan layur hasil tangkapan di perairan pantai Kabupaten Bantul mempunyai ukuran yang bervariasi. Ukuran panjang ikan berkisar antara 52,8 dan 86,2 cm. Sebaran data frekuensi panjang ikan menyebar merata atau tidak terpusat pada kelompok panjang tertentu. Sebagian besar ikan layur (75,27%) mempunyai panjang 57,0-66,9 cm, yang diduga berasal dari populasi ikan-ikan muda yang masuk ke daerah penangkapan pada saat melakukan ruaya harian. Ikan layur melakukan ruaya harian karena dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah makanan, secara umum konsumsi makanan ikan layur berupa ikan, cumi-cumi, dan crustacea (Nakamura & Parin 1993). Pada perairan pantai Kabupaten Bantul, jenis makanan yang paling banyak ditemukan adalah jenis ikan dan crustacea.

Ukuran maksimal ikan layur yang tertangkap lebih kecil dibandingkan hasil tangkapan di perairan Palabuhanratu dengan panjang maksimal mencapai 99,7 cm (Ernawati & Butet 2012). Ukuran spesies ikan pada suatu perairan dapat dipengaruhi oleh jenis alat tangkap yang digunakan. Nelayan di perairan Palabuhanratu, umumnya menggunakan alat tangkap pancing, yaitu pancing rawai dan pancing ulur nomor 6, 7, 8, dan 9; sedangkan alat tangkap yang digunakan di perairan Kabupaten Bantul adalah jaring insang dengan ukuran mata jaring 1,75 dan 2 inci. Penggunaan alat tangkap tidak selektif dan adanya eksploitasi berlebihan akan mengakibatkan berkurangnya kepadatan populasi serta mengecilnya ukuran (Wilson & Clarke 1996). Menurut Nakamura & Parin (1993), ikan layur jenis *Trichiurus lepturus* dapat mencapai panjang maksimal sebesar 120 cm dengan ikan yang dominan tertangkap berukuran 50-100 cm.

Secara umum, ikan layur jantan mempunyai ukuran yang lebih kecil dibandingkan ikan layur

betina (Gambar 3 dan 4). Perbedaan ukuran juga diperoleh dalam penelitian Kwok (1999), ikan layur jantan di perairan Laut Cina Selatan memiliki koefisien pertumbuhan yang lambat dibandingkan ikan layur betinanya. Hasil penelitian yang dilakukan Martins & Haimovici (2000) memperlihatkan bahwa ikan betina akan mencapai ukuran yang lebih besar dibandingkan jantan meskipun berada pada umur yang sama. Ikan layur jantan dan betina mempunyai fase reproduksi dan aktivitas mencari makan yang berbeda. Selama musim dingin, layur betina lebih produktif dan meningkatkan kondisinya sehingga memungkinkan tumbuh lebih besar.

Nisbah kelamin berkaitan dengan reproduksi ikan yang akan memengaruhi kestabilan populasi. Ikan layur hasil tangkapan di perairan pantai Kabupaten Bantul sebagian besar (62,50%) berjenis kelamin betina dengan nisbah 1: 0,6. Ikan layur betina mendominasi hasil tangkapan diduga disebabkan adanya tingkah laku bergerombol dan perubahan pola ruaya ke dan dari daerah penangkapan. Secara keseluruhan, nisbah kelamin antara ikan jantan dan betina di perairan Kabupaten Bantul tidak seimbang namun populasi tersebut masih ideal. Menurut Portier & Sadhotomo (1995), perbandingan jenis kelamin ikan dalam perairan sebaiknya seimbang atau jumlah ikan betina lebih banyak daripada jantan sehingga dapat diartikan populasi tersebut masih ideal untuk mempertahankan kelestariannya meskipun ada kematian karena alami dan penangkapan.

Periode reproduksi digambarkan dengan perkembangan dan nisbah kematangan seksual (TKG dan IKG) (Zahid & Simanjuntak 2009). Ikan layur jantan maupun betina yang teramat berada pada taraf perkembangan menuju kematangan gonad. Kondisi ini terlihat dengan adanya variasi bulanan dari tahapan kematangan gonad yang terus berkembang dalam kurun waktu terse-

but (Gambar 5). Jumlah ikan memijah terbanyak terjadi pada bulan April yang ditandai dengan adanya peningkatan jumlah ikan yang siap memijah (TKG IV). Ikan layur jantan hanya sebagian kecil ditemukan pada TKG V dan tidak ditemukannya pada ikan layur betina. Hal ini diduga karena ikan yang telah matang gonad akan beruaya ke lingkungan yang sesuai untuk melakukan pemijahan. Dengan demikian daerah penangkapan di perairan pantai Kabupaten Bantul bukan merupakan daerah pemijahan melainkan ikan tertangkap pada saat melakukan ruaya harian. Karakteristik lingkungan yang mendukung untuk musim pemijahan terutama di perairan yang lebih dalam dan tenang sebagai tempat untuk memijah (Martin & Haimovici 2000).

Tingkat kematangan gonad (TKG) berbanding lurus dengan nilai indeks kematangan gonad (IKG) ikan. Semakin tinggi fase TKG, maka nilai IKG akan semakin besar. Bobot gonad akan mencapai maksimum sesaat sebelum ikan memijah, kemudian menurun dengan cepat setelah pemijahan selesai (Gambar 6). Hasil penelitian menunjukkan nilai IKG ikan layur betina (0,33-5,75) lebih besar dibandingkan ikan layur jantan (0,18-1,25). Martins & Hamovici (2000) menyatakan bahwa ikan layur (*T. lepturus*) yang memiliki nilai IKG kurang dari 20% merupakan kelompok ikan yang dapat memijah lebih dari satu kali setiap tahunnya.

Penelusuran terhadap ukuran matang telur dan komposisi ukuran telur secara keseluruhan dapat digunakan untuk pendugaan pola pemijahan ikan (Effendie 1997). Sebaran diameter telur ikan layur betina matang gonad memperlihatkan adanya beberapa modus diameter telur yang berkembang sehingga dapat menjadi indikasi bahwa terdapat lebih dari satu kelompok telur yang akan diovasikan (Gambar 7). Adanya dua modus diameter telur juga menunjukkan

bahwa telur ikan layur tidak matang secara serentak sehingga diduga ikan layur tergolong kelompok ikan yang memijah dengan mengeluarkan telur sebagian-sebagian. Telur yang sudah matang dan berada di puncak pertama akan dikeluarkan terlebih dahulu diikuti oleh pengeluaran telur yang berada di puncak berikutnya. Hasil pengamatan menunjukkan ukuran diameter telur yang siap diovasikan lebih besar dari 0,472 mm dan kelompok telur yang siap dikeluarkan dari ovarium sebesar 83,98% dari fekunditas.

Ikan layur hasil tangkapan di perairan pantai Kabupaten Bantul yang dapat dihitung fekunditasnya sebesar 30,50% dari total ikan layur betina dengan kisaran panjang 58,2-79,8 cm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada ukuran 58,2 cm ikan layur sudah dapat matang gonad. Fekunditas ikan layur berkisar antara 12.873-33.534 butir dengan rata-rata 24.601 butir. Fekunditas meningkat sejalan dengan peningkatan ukuran ikan, mengikuti persamaan $F = 0,434L^{2,60}$. Fekunditas ikan layur di perairan pantai Kabupaten Bantul ini lebih besar dibandingkan fekunditas layur yang ditemukan di perairan Palabuhanratu berkisar antara 2.877 dan 16.785 butir pada kisaran panjang 63-99,1 cm (Ernawati & Butet 2012). Perbedaan fekunditas satu spesies tertentu dalam perairan yang berbeda, sebagai akibat dari adaptasi yang berbeda pada habitat lingkungannya. Fekunditas akan berfluktuasi setiap tahun dan mengalami perubahan dalam jangka waktu yang lama, sebanding dengan ukuran ikan atau umur dan kondisi lingkungannya. Perubahan faktor lingkungan seperti suhu dan musim dapat me-mengaruhi perilaku ikan dan metabolisme serta ketersediaan makanan. Penurunan oosit yang berkembang pada tahap reproduksi menandakan adanya penurunan kesuburan perairan sehingga dapat menyebabkan kegagalan reproduksi dan melewati musim pemijahan (Murua *et al*

2003). Hasil penelitian Martins & Hamovici (2000), fekunditas ikan layur di perairan selatan Brazil berkisar antara 3.917 dan 154.215 butir dengan panjang 70-141 cm. Pada perairan subtropis dengan suhu lebih rendah ukuran ikan lebih panjang dan fekunditas juga lebih besar namun musim pemijahan lebih pendek. Sebaliknya, pada perairan yang lebih hangat fekunditas lebih kecil karena ukuran ikan layur juga lebih pendek.

Ukuran ikan kali pertama matang gonad merupakan salah satu parameter yang penting dalam penentuan ukuran terkecil ikan yang ditangkap atau yang boleh ditangkap. Pendugaan ukuran ikan kali pertama matang gonad merupakan salah satu cara untuk mengetahui perkembangan populasi dalam suatu perairan. Berkurangnya populasi ikan pada masa mendarat dapat terjadi karena ikan yang tertangkap adalah ikan yang akan memijah atau belum memijah. Ikan layur hasil tangkapan di perairan pantai Kabupaten Bantul mempunyai kisaran panjang 52,8-86,2 cm. Alat tangkap yang digunakan dalam kegiatan penangkapan adalah jaring insang dasar dengan ukuran mata jaring 1,75 dan 2 inci. Ikan layur betina diperkirakan mencapai ukuran kali pertama matang gonad (L_m 50%) pada ukuran 65,55 cm. Ukuran tersebut lebih kecil dibandingkan ukuran kali pertama matang gonad ikan layur di Pelabuhan Perikanan Pantai Morodemak sebesar 74,3 cm (Viantika *et al.* 2014) tetapi lebih besar dibandingkan dengan ukuran kali pertama matang gonad ikan layur di perairan Palabuhanratu yaitu 63,3 cm (Ernawati & Butet 2012). Ukuran setiap spesies ikan kali pertama matang gonad berbeda, bahkan spesies yang sama namun berbeda habitatnya dapat matang gonad pada ukuran yang berbeda pula. Hal tersebut terkait dengan kesesuaian kondisi lingkungannya untuk melanjutkan pemijahan (Sulistiono *et al.* 2009).

Ukuran ikan kali pertama matang gonad di perairan pantai Kabupaten Bantul (65,55 cm) lebih besar daripada ukuran rata-rata ikan tertangkap dengan alat tangkap yang digunakan (L_c 50%), yaitu 63,4 cm. Sebagian (59,77 %) ikan layur betina yang tertangkap mempunyai ukuran lebih kecil daripada ukuran kali pertama matang gonad. Nilai $L_c < L_m$ menunjukkan bahwa ukuran rata-rata ikan layur yang tertangkap belum pernah memijah atau belum dewasa. Di perairan Palabuhanratu, Jawa Barat hasil tangkapan ikan layur paling banyak ditemukan pada ukuran 75,1-87,5 cm sedangkan ukuran kali pertama matang gonad terukur 63,3 cm (Ernawati & Butet 2012). Kondisi ini baik untuk ketersediaan stok ikan layur karena ikan sudah terlebih dahulu melanjutkan proses rekrutmen sebelum tertangkap. Ukuran ikan layur yang tertangkap sebaiknya lebih besar daripada ukuran ikan kali pertama matang gonad, hal ini dimaksudkan agar ikan mendapat kesempatan untuk memijah. Apabila semakin kecil ukuran ikan layur yang dapat tertangkap, maka kepadatan stok ikan layur akan semakin menurun karena terhalangnya proses reproduksi. Upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga produktivitas ikan layur secara berkelanjutan yaitu dengan memperbesar ukuran mata jaring pada alat tangkap yang digunakan agar penangkapan ikan layur di perairan Kabupaten Bantul lebih selektif.

Simpulan

Ikan layur yang tertangkap di perairan pantai Kabupaten Bantul baik jantan maupun betina berada pada taraf perkembangan menuju kematangan gonad dan proporsi betina lebih banyak daripada jantan. Pemijahan berlangsung secara bertahap. Fekunditas sebanyak 24.601 butir dan meningkat seiring panjangnya. Ukuran rata-rata

ikan tertangkap lebih kecil daripada ukuran kali pertama matang gonad.

Daftar pustaka

- Biswas SP. 1993. *Manual of Methods in Fish Biology*. South Asian Publishers, New Delhi. 341 p.
- Dinas Kelautan dan Perikanan, DIY. 2012. Statistik Perikanan Tangkap. Pemprov DIY, Yogyakarta.
- Effendie MI. 1979. *Metoda Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri, Bogor. 112 hlm.
- Effendie MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta. 163 hlm.
- Ernawati Y, Butet NA. 2012. Studi biologi reproduksi ikan layur (Superfamili Trichiuroidea) di Perairan Palabuhanratu, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. *Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*, 14(3): 211-218.
- Ghosh S, Rao MVH, Rohit P, Rammohan K, Maheswarudu G. 2010. Reproductive biology, trophodynamics and stock structure of ribbonfish *trichiurus lepturus* from northern Arabian sea and northern bay of Bengal. *Indian Journal of Geo-Marine Science*, 43(5): 755-771.
- Khan MZ. 2006. Fishery resource characteristics and stock assessment of ribbonfish, *Trichiurus lepturus* (linnaeus). *Journal of Central Marine Fisheries Research Institute*, 53(1): 1-12.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2012. Statistik ekspor hasil perikanan menurut komoditi. Provinsi dan Pelabuhan Asal Ekspor. Pusat Data Statistik dan Informasi. Sekretariat Jenderal Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- King M. 1995. *Fisheries Biology, Assessment and Management*. Fishing News books, United Kingdom. 400 p.
- Kwok KY. 1999. Reproduction of cutlassfishes *Trichiurus* spp. from the South China sea. *Marine Ecology Progress Series*, 176: 39-47.
- Martins AS, Haimovici. 2000. Reproduction of the cutlassfish *Trichiurus lepturus* in the southern Brazil subtropical convergence ecosystem. *Journal Scientia Marina*, 64(1): 97-105.
- Murua H, Kraus G, Rey FS, Witthames PR, Thorsem A, Junquera S. 2003. Procedures to estimate fecundity of marine fish species in relation to their reproductive strategy. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 33: 33-54.
- Nakamura I, Parin NV. 1993. Snake mackerels and cutlassfishes of the world (Families Gemyliidae and Trichiuridae). *FAO Species Catalogue*. Rome, 15: 136 p.
- Portier M, Sadhotomo B. 1995. Exploitation of the large and medium seiners fisheries. In: Potier M, Nurhakim S (ed.). *Biodynex (Biology, Dynamics, Exploitation) of the Small Pelagic Fishes in the Java Sea*, AARD/ORSTOM: 196-214.
- Sulistiono, Soenanthi KD, Ernawati Y. 2009. Aspek reproduksi ikan lidah, *Cynoglossus lingua* H.B. 1822 di Perairan Ujung Pangkah Jawa Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 9(2): 175-185.
- Wilson DS, Clarke AB. 1996. The sky and the bold. *Natural History*, 96(1): 26-28.
- Vianita R., Saputra WS, Solichin A. 2014. Aspek biologi ikan layur (*Trichiurus lepturus*) berdasarkan hasil tangkapan di PPP Morodemak. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(3): 161-167.
- Zahid A, Simanjuntak CPH. 2009. Biologi reproduksi dan faktor kondisi ikan ilat-ilat, *Cynoglossus bilineatus* (Lac. 1802) (Pisces: Cynoglossidae) di perairan pantai Mayangan Jawa Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 9(1): 85-95.

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 2 Bulan Juni Tahun 2017, yaitu:

Abinawanto, Dr. (Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia)

Agung Budiharjo, Dr. (Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret Surakarta)

Ahmad Zahid (Masyarakat Iktiologi Indonesia, Cibinong)

Alexander Rantetondok, Prof. Dr. (Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin)

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

Bambang Gunadi, Dr. (Balai Penelitian Pemuliaan Ikan, Sukamandi)

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

Indra Gumay Yudha, Dr. (PS Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Lampung)

Jusmaldi, Dr. (Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mulawarman, Samarinda)

Kadarusman, Dr. (Akademi Perikanan Sorong)

Meria Tirsa Gundo, Dr. (Fakultas Keguruan & Ilmu Pendidikan, Universitas Sintuwu Maruso,)

Prawira Atmaja R.P. Tampubolon, M.Si (Loka Penelitian Perikanan Tuna, Denpasar)

Sukendi, Prof. Dr. (Fakultas Perikanan & Ilmu Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru)

Syahroma H Nasution, Dr. (Pusat Penelitian Limnologi – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong)

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

Tedjo Sukmono, Dr. (Jurusan Biologi, Keguruan & Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi, Jambi)

Wellem H. Muskita, Dr. (Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas halu Oleo, Kendari)

Yosmaniar, MSi (Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar, Kementerian Kelautan dan Perikanan)

PANDUAN bagi PENULIS

Jurnal Iktiologi Indonesia (JII) menyajikan artikel yang berkenaan dengan segala aspek kehidupan ikan (Pisces) di perairan tawar, payau, dan laut. Aspek yang dicakup antara lain biologi, fisiologi, taksonomi dan sistematika, genetika, dan ekologi, serta terapannya dalam bidang penangkapan, akuakultur, pengelolaan perikanan, dan konservasi. Artikel yang dimuat merupakan hasil lengkap suatu penelitian. Resensi buku yang berkaitan dengan aspek-aspek di atas dapat dimuat asalkan tidak melebihi dua halaman. Ulas balik (*review*) suatu topik yang dipandang penting dimuat hanya atas permintaan dewan penyunting.

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

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

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

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

Pengajuan naskah

Pengajuan naskah 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 diketik menggunakan Microsoft Word for Windows dalam spasi 1,5 baris, tipe huruf Times New Roman ukuran 12. Karakter huruf pada Gambar dapat berbeda dari ketentuan ini.
- Teks dituliskan hanya rata kiri.
- Gunakan spasi tunggal (bukan ganda) sesudah tanda baca (titik, koma, titik dua, titik koma).
- Gunakan satuan Sistem Internasional (SI) untuk pengukuran dan penimbangan.
- Nama ilmiah organisme disesuaikan dengan kode nomenklatur internasional (*e.g. International Code of Zoological Nomenclature*). Nama genus dan spesies ditulis dalam huruf miring (*italic*).
- Angka yang lebih kecil dari 10 dieja, misal tujuh spesies ikan, tetapi tidak dieja bila diikuti oleh satuan baku, misal 3 kg. Nilai di atas sembilan ditulis dalam angka, kecuali pada awal kalimat.
- Tidak menggunakan garis miring (sebagai ganti kata per), tetapi menggunakan tika atas indeks minus, contoh 9 m/det dituliskan 9 m det⁻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 seba-

iknya jelas, lengkap dan informatif. Letakkan sumber data dan catatan tepat di bawah tabel. Jangan memuat garis vertikal pada tabel. Hilangkan garis horisontal dari tabel, kecuali garis atas dan bawah judul kolom dan garis akhir dasar tabel.

- Ketepatan pengutipan pustaka sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. JII menggunakan sistem nama-tahun dalam pengutipan. Nama keluarga dan tahun publikasi dicantumkan dalam teks *eg.* Rahardjo & Simanjuntak (2007) atau (Rahardjo & Simanjuntak 2007) untuk satu dan dua penulis; Sjafei *et al.* (2008) atau (Sjafei *et al.* 2008) untuk penulis lebih dari dua. Penulisan banyak pustaka kutipan dalam teks diurutkan dari yang tertua *eg.* (Gonzales *et al.* 2000, Stergiou & Moutopoulos 2001, Khaironizam & Norma-Rashid 2002, Abdurahiman *et al.* 2004, Frota *et al.* 2004; dan Tarkan *et al.* 2006). Pustaka bertahun sama disusun berurut menurut abjad penulis. Pustaka dari penulis yang sama dan dipublikasikan pada tahun yang sama dibedakan oleh huruf kecil (a, b, c dan seterusnya) yang ditambahkan pada tahun publikasi.

Bagian-bagian naskah

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

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

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

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

Pendahuluan menjelaskan secara utuh dan jelas alasan mengapa studi dilakukan. Hasil-hasil sebelumnya yang terkait dengan studi anda 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 italik), yang diikuti oleh volume dan nomor terbitan, serta nomor halaman dalam huruf roman (tegak). Contoh:

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

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

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

- Buku terjemahan ditambahkan nama penerjemahnya. Contoh:

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

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

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

Bleckmann H. 1993. Role of lateral line in fish behaviour. *In:* Pitcher TJ (ed.). *Behaviour of Teleost Fishes*. Chapman and Hall, London. pp. 201-246.

- Simanjuntak CPH, Zahid A, Rahardjo MF, Hadiaty RK, Krismono, Haryono, Tjakrawidjaja AT (Editor). 2011. *Prosiding Seminar Nasional Ikan VI*. Bogor 8-9 Juni 2010. Masyarakat Iktiologi Indonesia. Cibinong. 612 p.
- Kutipan terbatas hasil yang tak dipublikasikan, pekerjaan yang dalam penyiapan, pekerjaan yang baru diusulkan, atau komunikasi pribadi hanya dibuat dalam teks, di luar Daftar Pustaka.
 - Artikel dan buku yang belum dipublikasikan dan sedang dalam proses pencetakan diberi tambahan "*in press*".
- Khusus artikel ulasan balik suatu topik dan resensi buku tidak perlu mengikuti sistematika penulisan di atas.

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 Cytochrome C Oxidase subunit 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 Kematangan 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 & Gainard, 1824) di Teluk Jakarta dan sekitarnya [Reproductive aspects of brownstripe red snapper <i>Lutjanus vitta</i> (Quoy & Gainard, 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



9 771693 033002