

Jurnal Iktiologi Indonesia

(Indonesian Journal of Ichthyology)

Volume 17 Nomor 1 Februari 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 1 Februari 2017

Dewan Penyunting

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

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



Ikan seriding, *Ambassis nalu* (Hamilton, 1822)
(Foto oleh Eda Putri Santi)

Percetakan: CV. Rajawali Corporation

Prakata

Jurnal Iktiologi Indonesia menjumpai anda kembali pada awal tahun 2017 ini guna menyajikan sepuluh artikel dengan beragam topik. Lukmini *et al.* mengawali dengan hasil penelitian mereka tentang toksisitas moluskisida fentin asetat terhadap hematologi dan pertumbuhan ikan nila. Sementara itu Putri *et al.* menganalisis pertumbuhan ikan mas yang diberi pakan mengandung tepung kunyit. Bagaimana pertumbuhan dan sintasan pascalarva ikan lalawak yang dipelihara dengan kepadatan berbeda dikemukakan oleh Kusmini *et al.* Nisbah kelamin jantan dan betina yang berbeda berefek terhadap kinerja pertumbuhan yuwana ikan nila biru. Hal ini diulas oleh Robisalmi *et al.* berdasarkan hasil penelitian mereka. Masih berkaitan dengan topik pertumbuhan, Djumanto *et al.* menguraikan tentang pertumbuhan dan makanan ikan bandeng yang ditebar di Waduk Sermo, Yogyakarta.

Dua artikel yang menyampaikan hasil kajian tentang ikan seriding penghuni Teluk Pabean, Jawa

Barat dimuat pada edisi Februari ini. Yang pertama, kajian tentang makanan ikan seriding yang dikerjakan oleh Santi *et al.* Yang kedua, artikel yang mempertelakan perkembangan sel telur ikan seriding yang diamati oleh Arianti *et al.* baik secara makroskopik maupun mikroskopik.

Tiga artikel yang lain dengan kajian berbeda ditulis oleh Bastiar *et al.*, Nasmi *et al.*, dan Perangin Angin *et al.* Penulis pertama melaporkan hasil upaya mereka untuk menginduksi perkembangan gonad ikan ringau dengan menggunakan serotonin dalam formulasi hormon pregnant mare serum gonadotropin dan antidopamin. Nasmi *et al.* mempelajari pengangkutan juvenil ikan gabus dengan kepadatan berbeda pada media bersalinitas 3 ppt. Penulis yang disebut terakhir, Perangin Angin *et al.* menjelaskan tentang komunitas ikan demersal di perairan Laut Cina Selatan.

Penyunting

Toksisitas moluskisida fentin asetat terhadap hematologi dan pertumbuhan ikan nila, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

[Toxicity of fentin acetate molluscicide on haematological and growth of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)]

¹Aisyah Lukmini✉, ²Eddy Supriyono, ²Tatag Budiardi

¹ Sekolah Pascasarjana, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

² Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

Diterima: 26 Januari 2016; Disetujui: 29 November 2016

Abstrak

Fentin asetat ($C_{20}H_{18}O_2Sn$) digunakan sebagai pestisida di sawah secara intensif untuk mematikan keong mas (*Pomacea* sp.). Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh toksisitas subletal moluskisida fentin asetat terhadap karakteristik hematologi (eritrosit, hemoglobin, hematokrit, dan leukosit) dan pertumbuhan yuwana ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juli 2015 di Laboratorium Lingkungan Departemen Akuakultur, Institut Pertanian Bogor. Penelitian ini menggunakan 12 akuarium berukuran $100 \times 50 \times 50$ cm³. Ikan nila berukuran $8,90 \pm 0,13$ g dipelihara dengan kepadatan 30 ekor dalam volume air 160 L. Ikan uji diberi pakan secara *at satiation* serta dilakukan penggantian air setiap 24 jam dengan konsentrasi bahan uji yang sama. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan tiga ulangan dengan konsentrasi fentin asetat, yaitu: 0,00 (kontrol); 0,003; 0,008; dan 0,015 mg.L⁻¹ selama 21 hari. Analisis terhadap karakteristik hematologi dan pertumbuhan ikan nila menggunakan anova. Konsentrasi subletal moluskisida fentin asetat berpengaruh nyata terhadap penurunan karakteristik hematologi dan pertumbuhan ikan nila.

Kata penting: hematologi, *Oreochromis niloticus*, fentin asetat, pertumbuhan, subletal

Abstract

Fentin acetate ($C_{20}H_{18}O_2Sn$) as pesticide is extensively used for killing golden apple snail (*Pomacea* sp.) in paddy field. This study was aimed to determine effect of sublethal molluscicide fentin acetate toxicity on the haematological characteristics (erythrocyte, hemoglobin, hematocrit, and leucocyte) and growth of juvenile *Oreochromis niloticus*. This research was conducted from May to July 2015 in Environment Laboratory of Aquaculture Department, Bogor Agricultural University. The research used twelve glass aquariums of $100 \times 50 \times 50$ cm³ filled with 160 L water and put 30 juveniles per aquarium. Fish were fed at *satiation* during the treatment and water exchange for every 24 hour. Research design was complete experimental randomized with four treatments and three replications of different fentin acetate concentrations i.e. 0.00; 0.003; 0.008; 0.015 mg L⁻¹ for 21 days. The haematological characteristics and growth of fish were compared with ANOVA. The result indicates that sublethal concentration of 0.003 mg.L⁻¹ fentin acetate was significantly ($p < 0.05$) decrease the haematological characteristics and growth of tilapia.

Keywords: haematology, *Oreochromis niloticus*, fentin acetate, growth, sublethal

Pendahuluan

Pencemaran air saat ini sudah menjadi masalah global. Salah satu bahan yang diketahui menyebabkan pencemaran air adalah pestisida. Salah satu pestisida yang diketahui bersifat toksik terhadap organisme akuatik adalah fentin asetat dengan nama kimia trifeniltin asetat (berdasarkan *International Union Pure and Applied Chemistry* atau IUPAC). Fentin asetat merupakan senyawa organotin yang banyak digunakan sebagai pestisida dalam bidang pertanian (Watermann

et al. 2008). Senyawa organotin adalah senyawa organometalik yang disusun oleh satu atau lebih ikatan stannum-karbon (Sn-C).

Penggunaan senyawa organotin sudah dilarang di beberapa negara di Eropa dan Amerika, sedangkan di beberapa negara di Asia, seperti Indonesia, Malaysia, dan India penggunaannya masih diizinkan. Di Indonesia, senyawa ini digunakan untuk mengendalikan siput murbei (*Pomacea canaliculata* Lamarck) di padi sawah, siput trisipan (*Cheritidea* sp.) di tambak udang windu

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: aisyahlukmini46@gmail.com

dan bandeng, dan siput *Parmarion pupularis* di tanaman kubis bunga (Ditjen PSP 2014). Menurut Cima *et al.* (1996), fentin asetat dengan dosis 0,6-1,2 kg ha⁻¹ merupakan moluskisida yang paling efektif untuk mengendalikan populasi siput murbei di sawah.

Senyawa organotin memiliki toksistas yang sangat tinggi terhadap organisme akuatik. Senyawa ini bersifat lipofilik atau mudah larut dalam lemak yang dapat terserap dan terakumulasi di dalam tubuh organisme sehingga merupakan masalah dalam kegiatan budi daya (Cima *et al.* 1996). Dua jenis senyawa organotin yang diketahui bersifat sangat toksik bagi organisme akuatik adalah tributiltin dan tripheniltin. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua senyawa ini mampu mengganggu pertumbuhan dan menurunkan tingkat kelangsungan hidup *Mytilus edulis* (Haggera *et al.* 2005), mampu menurunkan frekuensi pemijahan, kualitas telur, dan perkembangan gonad medaka (*Oryzias latipes*) (Zhang *et al.* 2008), dan mampu menghambat pertumbuhan dan respon enzim antioksidan pada mikroalga hijau (*Scenedesmus quadricauda*) (Xu *et al.* 2011).

Kannan & Lee (1996) melaporkan bahwa tripheniltin (TPT) yang digunakan sebagai pestisida dan kemudian lepas ke perairan akan menumpuk di sedimen. Hasil penelitian Harino *et al.* (2012) di tiga lokasi perairan di Indonesia yaitu Bitung, Manado, dan Teluk Jakarta menemukan bahwa sedimen di tiga lokasi tersebut mengandung tributiltin dan tripheniltin dengan konsentrasi yang sangat tinggi. Konsentrasi senyawa tributiltin yang terdeteksi di tiga lokasi tersebut masing-masing berkisar antara 160-350 µg kg⁻¹ berat kering (Bitung), 89 µg kg⁻¹ (Manado), dan 0,4-52 µg kg⁻¹ (teluk Jakarta). Senyawa tripheniltin (TPT) yang ditemukan di Bitung, Manado, dan teluk Jakarta masing-masing berki-

sar antara < 0,1-19 µg kg⁻¹, 0,1 µg kg⁻¹, dan <0,1 – 7,1 µg kg⁻¹.

Tingginya kandungan fentin asetat baik di sedimen maupun di perairan, akan membahayakan organisme akuatik yang hidup di dalamnya. Hal ini diperparah dengan fakta bahwa air sungai dan waduk sering dimanfaatkan sebagai sumber air pasok budi daya ikan, sehingga akan mengancam kegiatan budi daya ikan yang sedang giat dikembangkan oleh masyarakat Indonesia, misalnya ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Komoditas ini dibudidayakan dengan memanfaatkan air sungai dan waduk sebagai sumber air pasok sehingga sangat berpotensi terpapar fentin asetat yang ada di air.

Ikan yang terpapar bahan pencemar, akan mengalami perubahan pada karakteristik hematologinya. Penelitian Saravanan *et al.* (2011) menunjukkan adanya penurunan jumlah sel darah merah, konsentrasi hemoglobin, dan konsentrasi hematokrit pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang dipapar insektisida organoklorin linden. Penelitian Nirmala *et al.* (2012) menunjukkan adanya penurunan jumlah sel darah merah, hemoglobin, dan hematokrit pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam berat merkuri (Hg).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak paparan fentin asetat dengan konsentrasi berbeda terhadap karakteristik hematologi yang meliputi eritrosit, hemoglobin, hematokrit, dan leukosit pada ikan nila *Oreochromis niloticus*. Selain itu juga dilakukan pengamatan terhadap laju pertumbuhannya.

Bahan dan metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei hingga Juli 2015 di Laboratorium Lingkungan dan Laboratorium Kesehatan Ikan Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu

Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor. Wadah uji yang digunakan adalah akuarium ukuran $100 \times 50 \times 50 \text{ cm}^3$ sebanyak 12 buah. Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah fentin asetat ($\text{C}_{20}\text{H}_{18}\text{O}_2\text{Sn}$) dalam bentuk serbuk.

Biota uji yang digunakan adalah ikan nila dengan bobot rata-rata $8,90 \pm 0,13 \text{ g}$. Ikan uji dimasukkan pada tiap akuarium perlakuan yang bervolume 160 L dan padat tebar 30 ekor per akuarium. Ikan tersebut dipelihara selama 21 hari dengan pemberian pakan berupa pelet secara *ad satiation*. Kualitas air media pemeliharaan dipertahankan dengan mengganti air sebanyak 50% dari volume air total tiap harinya dengan air stok yang mengandung konsentrasi fentin asetat yang sesuai dengan masing-masing perlakuan.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap, dengan empat perlakuan dan tiga ulangan, yaitu kontrol (tanpa fentin asetat atau 0 ppm), A (fentin asetat 0,003 ppm), B (fentin asetat 0,008 ppm), dan C (fentin asetat 0,015 ppm). Penentuan konsentrasi didasarkan pada hasil uji akut (LC_{50}) selama 96 jam.

Penimbangan bobot ikan uji untuk menghitung laju pertumbuhan spesifik dilakukan pada setiap unit percobaan pada awal dan akhir penelitian. Sampling gambaran darah dilakukan setiap tujuh hari, yaitu pada hari ke-0, 7, 14, dan 21. Sebelum diambil darahnya, ikan dibius terlebih dahulu menggunakan MS222, kemudian darah diambil dari bagian ekor sebanyak 0,6 ml dari dua ekor ikan menggunakan *syringe* steril berukuran 1 ml yang sebelumnya dicuci dengan anti-koagulan (Na sitrat 3,8%). Sampel darah digunakan untuk pengukuran total eritrosit (TE), kadar hemoglobin (Hb), kadar hematokrit (Hc) dan total leukosit (TL).

Pengukuran TE diawali dengan pengambilan sampel darah menggunakan pipet yang ber-

isi bulir bewarna merah sampai skala 1, kemudian ditambahkan larutan Hayem's sampai skala 101, lalu dilakukan pengadukan dengan menggosokkan pipet yang sama selama 3-5 menit hingga darah dan larutan Hayem's tercampur rata. Tetesan pertama dibuang dan tetesan berikutnya ditetaskan pada hemasitometer, kemudian ditutup dengan gelas penutup dan diamati dengan mikroskop pembesaran 400x. Penghitungan TE dilakukan pada lima kotak kecil dalam hemasitometer dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{TE} = \Sigma \text{eritrosit} \times 1/(\text{volume kotak}) \times \text{faktor pengenceran}$$

Prosedur pengukuran kadar Hb adalah sebagai berikut. Sampel darah dihisap menggunakan pipet Sahli hingga skala 20 mm^3 atau 0,2 ml, kemudian dimasukkan ke dalam tabung Hb-meter yang telah diisi dengan HCl 0,1 N sampai skala 10 (merah), lalu dilakukan pengadukan dan didiamkan selama 3-5 menit. Selanjutnya, akua-des dimasukkan ke dalam tabung Hb-meter hingga terjadi perubahan warna seperti warna larutan standar pada Hb-meter. Skala dibaca dengan melihat permukaan cairan dan dicocokkan dengan skala tabung Sahli yang dilihat pada skala jalur g% (kuning) yang berarti banyaknya Hb per 100 ml darah.

Kadar Hc diukur dengan mengambil sampel darah menggunakan tabung mikrohematokrit dan disentrifus dengan kecepatan 5000 rpm selama 5 menit. Kadar hematokrit diketahui dengan membandingkan panjang sel darah yang mengendap dengan panjang total volume darah pada tabung mikrohematokrit

$$\text{Hematokrit} = (\text{volume sel darah merah}) / (\text{total volume darah}) \times 100$$

Prosedur pengukuran TL adalah sebagai berikut. Sampel darah diambil menggunakan pipet yang berisi bulir bewarna putih sampai skala 0,5, kemudian ditambahkan larutan Turk's sampai skala 11, lalu dilakukan pengadukan dengan

menggoyangkan pipet selama 3-5 menit hingga darah dan larutan Turk's tercampur rata. Tetesan pertama dibuang dan tetesan berikutnya ditetaskan pada hemasitometer, kemudian ditutup dengan gelas penutup dan diamati di bawah mikroskop dengan pembesaran 400x. Penghitungan TL dilakukan pada empat kotak besar dalam hemasitometer menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$TL = \Sigma \text{leukosit} \times 1/(\text{volume kotak}) \times \text{faktor pengenceran}$$

Pengukuran laju pertumbuhan spesifik menggunakan persamaan (Giri *et al.* 2013) sebagai berikut:

$$LPS = 100 \times (\ln W_e - \ln W_s) / t$$

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

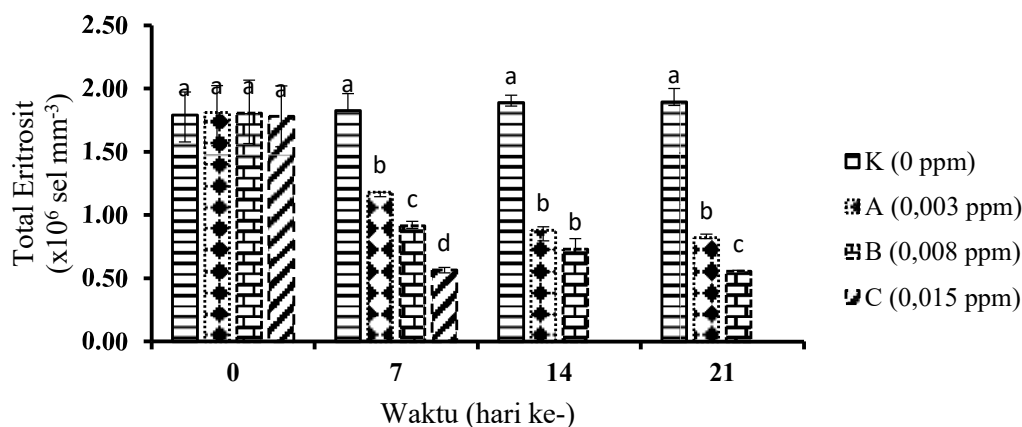
Data yang telah diperoleh kemudian ditabulasi dan dianalisis menggunakan *Microsoft Excel* dan *SPSS 17*. Analisis ragam (ANOVA) dengan uji F pada selang kepercayaan 95% digunakan untuk menentukan pengaruh perlakuan terhadap perubahan karakteristik hematologi dan pertumbuhan. Apabila berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan.

Hasil

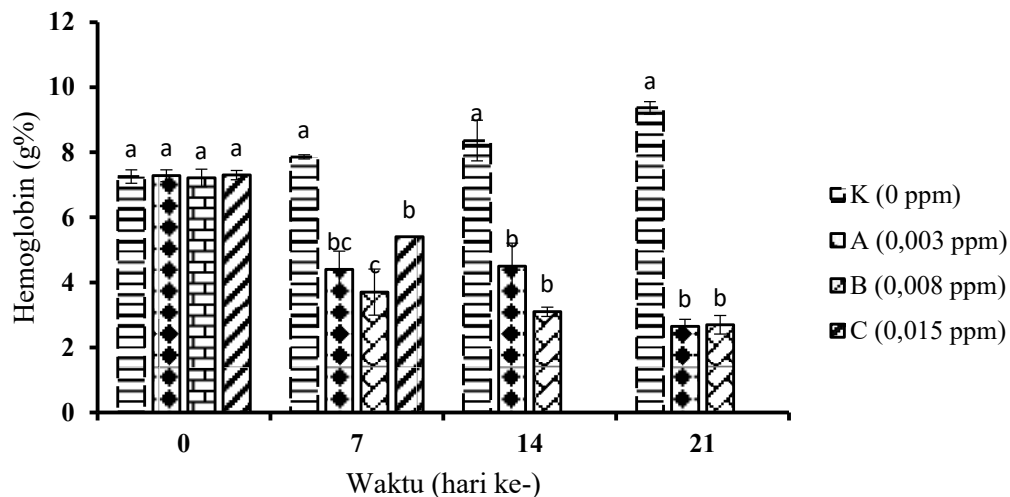
Karakteristik hematologi

Total eritrosit

Total eritrosit pada perlakuan A (0,003 ppm), B (0,008 ppm), dan C (0,015 ppm) cenderung mengalami penurunan dari awal sampai akhir penelitian (Gambar 1). Uji statistik menunjukkan kontrol berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan ketiga perlakuan. Rata-rata total eritrosit pada awal penelitian adalah $1,80 \times 10^6$ sel mm^{-3} . Pada hari ketujuh total eritrosit tertinggi terlihat pada perlakuan kontrol ($1,83 \times 10^6$ sel mm^{-3}) sedangkan yang terendah pada perlakuan C ($0,57 \times 10^6$ sel mm^{-3}). Pada hari ke-14 total eritrosit tertinggi masih pada kontrol ($1,89 \times 10^6$ sel mm^{-3}) diikuti perlakuan A ($0,88 \times 10^6$ sel mm^{-3}), dan B ($0,73 \times 10^6$ sel mm^{-3}). Sementara pada hari ke-21, jumlah eritrosit pada perlakuan kontrol sebesar $1,90 \times 10^6$ sel mm^{-3} , sedangkan pada perlakuan A sebesar $0,82 \times 10^6$ sel mm^{-3} , dan total eritrosit terendah pada perlakuan B yaitu $0,56 \times 10^6$ sel mm^{-3} . Dari hari ke-14 sampai akhir penelitian, tidak diperoleh data total eritrosit pada perlakuan C disebabkan semua ikan perlakuan pada konsentrasi ini mengalami kematian setelah hari ketujuh penelitian.



Gambar 1. Jumlah eritrosit ($\times 10^6$ sel/ mm^3) ikan nila selama penelitian. Huruf tika atas yang berbeda pada hari yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)



Gambar 2. Kadar hemoglobin (g%) ikan nila selama penelitian. Huruf tika atas yang berbeda pada hari yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Hemoglobin

Selama penelitian, nilai hemoglobin pada perlakuan A, B, dan C menunjukkan kecenderungan menurun (Gambar 2). Rata-rata kadar hemoglobin pada awal penelitian adalah 7,26 g%. Pada hari ketujuh, nilai hemoglobin tertinggi terdapat pada perlakuan K (0 ppm) sebesar 7,8 g%, dan berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan perlakuan A (0,003 ppm) yang sebesar 4,4 g%, B (0,008 ppm) yang sebesar 3,7 g%, dan C (0,015 ppm) yang sebesar 5,4 g%. Pada hari ke-14 kontrol (8,36 g%) berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan perlakuan A (4,5 g%) dan B (3,1 g%). Demikian juga pada pengamatan hari ke-21, perlakuan A (2,65 g%) dan B (2,7 g%) menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$) terhadap kontrol (9,365 g%).

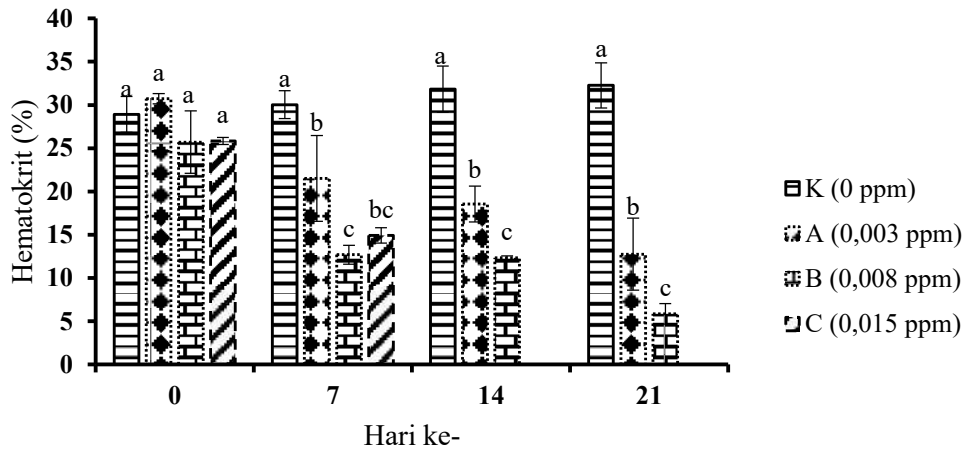
Hematokrit

Pada Gambar 3 terlihat bahwa selama penelitian terjadi kecenderungan penurunan nilai hematokrit ikan uji. Rata-rata kadar hematokrit pada awal penelitian adalah 27,79 %. Pada pengamatan hari ketujuh, nilai hematokrit tertinggi

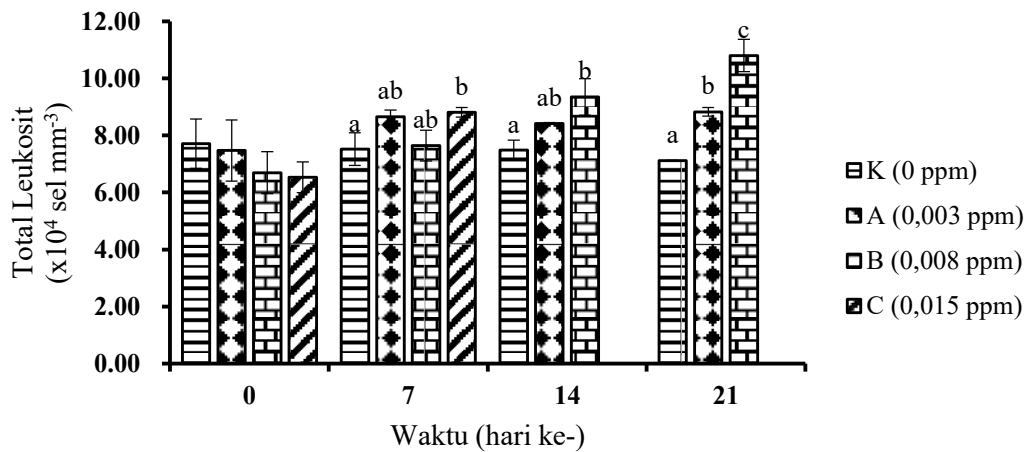
ada pada kontrol (30%) sedangkan yang terendah pada perlakuan B (12,68%). Pada pengamatan hari ke-14, kontrol berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap perlakuan A dan B. Nilai hematokrit perlakuan kontrol, A, dan B masing-masing sebesar 31,83%, 18,53%, dan 12,34%. Pada pengamatan hari ke-21 kadar hematokrit pada kontrol (32,27%) berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan perlakuan A (12,75%) dan B (5,85%).

Leukosit

Total leukosit ikan nila pada perlakuan A, B, dan C cenderung terus meningkat hingga akhir penelitian (Gambar 4). Rata-rata total leukosit pada awal penelitian adalah $7,10 \times 10^4$ sel mm^{-3} . Pada hari ketujuh, total leukosit terendah ada pada kontrol ($7,52 \times 10^4$ sel mm^{-3}) sedangkan yang tertinggi pada perlakuan C ($8,81 \times 10^4$ sel mm^{-3}). Pada pengamatan hari ke-14, kontrol ($7,49 \times 10^4$ sel mm^{-3}) menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$) terhadap perlakuan A ($8,42 \times 10^4$ sel mm^{-3}) dan B ($9,35 \times 10^4$ sel mm^{-3}).



Gambar 3. Kadar hematokrit (%) ikan nila (*Oreochromis* sp.) selama penelitian. Huruf tika atas yang berbeda pada hari yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)



Gambar 4. Jumlah leukosit ($\times 10^5$ sel mm^{-3}) ikan nila selama penelitian. Huruf tika atas yang berbeda pada hari yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Tabel 1 Laju pertumbuhan spesifik pada akhir penelitian

Konsentrasi fentin asetat (ppm)	LPS (%)
0 (K)	$1,03 \pm 1,13^a$
0,003 (A)	$0,08 \pm 0,17^a$
0,008 (B)	$-1,70 \pm 0,96^b$
0,015 (C)	-

* huruf tika atas yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Laju pertumbuhan spesifik

Data laju pertumbuhan spesifik (LPS) pada akhir penelitian disajikan pada Tabel 1. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan B memiliki laju pertumbuhan yang paling rendah

yaitu $-1,70\%$. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan B berbeda nyata dengan kontrol ($p < 0,05$). Pemberian fentin asetat dengan konsentrasi $0,008$ ppm terbukti mampu menurunkan laju pertumbuhan spesifik juvenil ikan nila.

Pembahasan

Parameter darah merupakan suatu indikator adanya perubahan kondisi kesehatan ikan, baik karena faktor infeksi (mikroorganisme) maupun karena faktor non infeksi oleh lingkungan, genetik, dan nutrisi. Hasil penelitian ini menunjukkan terjadinya penurunan total eritrosit, kadar hemoglobin, dan kadar hematokrit seiring dengan bertambahnya konsentrasi fentin asetat pada media pemeliharaan. Hasil pemeriksaan gambaran darah pada hari ke-7, ke-14 dan ke-21 menunjukkan adanya penurunan jumlah total eritrosit, kadar hemoglobin, dan kadar hematokrit pada semua perlakuan yang diberi penambahan fentin asetat. Menurut Da Cuna *et al.* (2011), perubahan kondisi hematologi yang meliputi penurunan total eritrosit, kadar hemoglobin, dan kadar hematokrit merupakan ciri anemia.

Anemia bisa disebabkan berkurangnya pelepasan eritrosit di dalam sirkulasi darah. Salah satu organ yang berperan dalam produksi eritrosit adalah ginjal. Ginjal merupakan organ hematogenik paling penting pada ikan. Ginjal bagian anterior adalah organ utama pembentuk darah pada teleostei. Terjadinya gangguan pada ginjal menyebabkan produksi darah juga terganggu yang selanjutnya menyebabkan penurunan terhadap produksi eritrosit. Hasil penelitian Lukas (2010) menunjukkan terjadinya mineralisasi, hemorag, dan edema pada ginjal ikan nila yang dipelihara pada media yang mengandung $0,3 \text{ mg L}^{-1} \text{ Cu}$. Kerusakan ini diikuti dengan adanya penurunan total eritrosit, kadar hemoglobin, dan kadar hematokrit yang disebabkan kerusakan jaringan ginjal dan insang ikan akibat akumulasi Cu. Benli & Ozkul (2010) menemukan terjadinya perubahan histologi pada organ hati ikan nila yang dipapar insektisida fenitrothion selama 96 jam. Kerusakan tersebut berupa degenerasi hidrophyl (*cloudy swelling*), degenerasi hidropik,

dan infiltrasi lemak, sedangkan di ginjal ditemukan adanya hiperemia dan hemorag.

Terjadinya anemia juga terkait dengan adanya gangguan dalam penyerapan zat besi (Fe). Senyawa organotin mampu menghambat sintesis Hb dengan cara mengganggu penyerapan zat besi (Fe) (Boyer 1989). Mineral Fe merupakan unsur esensial yang berperan dalam sintesis hemoglobin (Setiawati *et al.* 2007). Berkurangnya zat besi di dalam darah akan menyebabkan berkurangnya konsentrasi hemoglobin di dalam darah. Penurunan kadar hemoglobin menandakan bahwa kemampuan ikan untuk menyediakan oksigen yang cukup bagi jaringan tubuh mengalami keterbatasan sehingga terjadi penurunan aktivitas fisik (Wepener *et al.* 1992).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah leukosit meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi fentin asetat pada media pemeliharaan (Gambar 4). Hal ini selaras dengan hasil penelitian Harabawy & Ibrahim (2014) yang menunjukkan terjadinya peningkatan total leukosit secara signifikan pada ikan lele (*Clarias gariepinus*) yang dipapar pestisida carbofuran selama 35 hari. Peningkatan ini mungkin dikarenakan respon protektif dari tubuh ikan selama kondisi stres yang diakibatkan oleh paparan fentin asetat. Kenaikan leukosit mengindikasikan terjadinya kerusakan akibat infeksi jaringan tubuh, stres fisik yang parah, dan leukositosis. Leukositosis adalah keadaan dengan jumlah sel darah putih dalam darah meningkat melebihi nilai normal. Peningkatan leukosit juga bisa menjadi gambaran bahwa tubuh ikan mampu menghadapi stres dengan cara membentuk lebih banyak leukosit (Abhijith *et al.* 2012).

Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi konsentrasi fentin asetat, maka laju pertumbuhan ikan nila semakin rendah (Tabel 1). Laju pertumbuhan paling tinggi ada pada kontrol

sedangkan yang terendah ada pada perlakuan B. Rendahnya laju pertumbuhan pada penelitian ini diduga karena menurunnya jumlah eritrosit dan hemoglobin (Gambar 1 dan 2). Hemoglobin berfungsi mengikat oksigen yang digunakan dalam proses katabolisme untuk menghasilkan energi. Kemampuan mengikat oksigen dalam darah bergantung kepada jumlah hemoglobin dalam sel darah merah. Kadar hemoglobin yang rendah pada perlakuan penambahan fentin asetat menyebabkan metabolisme menjadi terhambat dan energi yang dihasilkan menjadi sedikit. Hal ini berdampak pada pertumbuhan ikan menjadi rendah. Penurunan total eritrosit akan mengakibatkan suplai makanan ke sel, jaringan dan organ akan berkurang sehingga metabolisme akan terhambat (Bastami *et al.* 2009)

Penurunan laju pertumbuhan juga terjadi pada ikan yang dipaparkan dengan berbagai jenis pestisida. Ikan mas setelah dipaparkan moluskisida niklosamida pada konsentrasi sublethal 0,01; 0,03 dan 0,05 ppm selama 12 minggu memperlihatkan penurunan laju pertumbuhan spesifik pada semua perlakuan (Supriyono *et al.* 2013). Ikan nila yang dipapar dua jenis pestisida yaitu dimethoate (20, 10 dan 5 mg L⁻¹) dan malathion (2,0; 1,0 dan 0,5 mg L⁻¹) mengalami penurunan laju pertumbuhan dan perubahan kondisi hematologi berupa penurunan jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan kadar hematokrit (Sweilum 2006).

Simpulan

Ikan nila yang dipapar moluskisida fentin asetat pada konsentrasi $\geq 0,008$ ppm menunjukkan penurunan laju pertumbuhan yang disebabkan oleh penurunan total eritrosit, kadar hemoglobin, kadar hematokrit, dan peningkatan total leukosit.

Daftar pustaka

- Abhijith BD, Ramesh M, Poopal RK. 2012. Sublethal toxicological evaluation of methyl parathion on some haematological and biochemical parameters in an Indian major carp *Catla catla*. *Comparative Clinical Pathology*, 21(1): 55–61.
- Bastami K, Darvish, Moradlou AH, Zaragabadi AM, Salehi MSV, Shakiba MM. 2009. Measurement of some haematological characteristics of the wild carp. *Comparative Clinical Pathology*, 18 (9): 321–323
- Benli ACK, Özkul A. 2010. Acute toxicity and histopathological effects of sublethal fenitrothion on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 97(1): 32–35.
- Boyer I. 1989. Toxicity of dibutyltin, tributyltin and other organotin compounds to humans and to experimental animals. *Toxicology*, 55(3): 253-298.
- Cima F, Ballarin L, Bressa G, Martinucci G, Burighel P. 1996. Toxicity of organotin compounds on embryos of a marine invertebrate (*Styela plicata*; Tunicata). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 35(2): 174–182.
- Da Cuna RH, Va'zquez GR, Piol MN, Guerrero NV, Maggese MC, Lo Nostro FL. 2011. Assessment of the acute toxicity of the organochlorine pesticide endosulfan in *Cichlasoma dimerus* (Teleostei, Perciformes). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 74(4):1065-1073.
- Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian (Ditjen PSP). 2014. Pestisida pertanian dan kehutanan terdaftar 2014 [Internet]. [diunduh 24 Januari 2015]. Tersedia pada <http://psp.pertanian.go.id/>
- 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.
- Haggera JA, Depledge MH, Galloway TS. 2005. Toxicity of tributyltin in the marine mollusk *Mytilus edulis*. *Marine Pollution Bulletin*, 51(8-12): 811–816.
- Harabawy ASA, Ibrahim ATA. 2014. Sublethal toxicity of carbofuran pesticide on the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) : Hematological, biochemical and cytogenetic response. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 103: 61–67.

- Harino H, Arifin Z, Rumengan IFM, Arai T, Ohji M, Miyazaki N. 2012. Distribution of Antifouling Biocides and Perfluoroalkyl Compounds in Sediments From Selected Locations in Indonesian Coastal Waters. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 63(1): 13–21.
- Kannan K, Lee RF. 1996. Triphenyltin and its degradation products in foliage and soils from sprayed pecan orchards and in fish from adjacent ponds. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 15(9): 1492–1499.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2014. Kelautan dan Perikanan dalam Angka 2014 [Internet]. [diunduh 24 Januari 2015]. <http://sidatik.kkp.go.id>.
- Lukas. 2010. Toksisitas logam berat Cu pada berbagai pH terhadap konsumsi oksigen dan respon hematologi ikan nila gift (*Oreochromis* sp.). Tesis. Institut Pertanian Bogor. 63 hlm.
- Nirmala K, Hastuti YP, Yuniar V. 2012. Toksisitas merkuri (Hg) dan tingkat kelangsungan hidup, pertumbuhan, gambaran darah, dan kerusakan organ pada ikan nila *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(1): 34-48.
- Saravanan M, Kumar KP, Ramesh M. 2011. Haematological and biochemical responses of freshwater teleost fish *Cyprinus carpio* (Actinopterygii: Cypriniformes) during acute and chronic sublethal exposure to lindane. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 100 (11): 206–211.
- Setiawati M, Mokoginta I, Suprayudi MA, Manalu W. 2007. Pengaruh penambahan mineral Fe pada pakan ikan terhadap status kesehatan ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 12(1): 55-63.
- Supriyono E, Yosmaniar, Nirmala K, Sukenda. 2013. Toksisitas moluskisida niklosamida terhadap pertumbuhan dan kondisi histopatologi juwana ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 13(1): 77-84
- Sweilum MA. 2006. Effect of sub-lethal toxicity of some pesticides on growth parameters, haematological properties and total production of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L) and water quality of ponds. *Aquaculture Research*, 37(11): 1079-1089.
- Watermann B, Grote K, Gnass K, Kolodzey H, Thomsen A, Appel KE, Carnevali DC, Oehlmann US. 2008. Histological alterations in ovaries of pubertal female rats induced by triphenyltin. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 60(4-5):313-321.
- Wepener W, van Vuren JHJ, du Preez HH. 1992. Effect of manganese and iron at neutral pH values on the haematology of the banded tilapia, *Tilapia sparrmanii*. *Environmental Contamination and Toxicology*, 49: 613-619.
- Xu J, Li M, Mak NK, Chen F, Jiang Y. 2011. Triphenyltin induced growth inhibition and antioxidative responses in the green microalga *Scenedesmus quadricauda*. *Ecotoxicology*, 20(1): 73-80.
- Zhang Z, Hu J, Zhen H, Wu X, Huang C. 2008. Reproductive Inhibition and Transgenerational Toxicity of Triphenyltin on Medaka (*Oryzias latipes*) at Environmentally Relevant Levels. *Environmental Science & Technology*, 42(21): 8133-8139.

Enzim pencernaan dan kinerja pertumbuhan ikan mas, *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) yang diberi pakan dengan penambahan tepung kunyit *Curcuma longa* Linn.

[Digestive enzymes and growth performance of common carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 with additional of turmeric meal, *Curcuma longa* Linn. in the diet]

Ika Wahyuni Putri^{1✉}, Mia Setiawati², Dedi Jusadi²

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

²Departemen Budidaya Perairan, FPIK-IPB

Jl. Agatis, Kampus IPB, Dramaga, Bogor 16680

Email:

Diterima: 08 April 2016; Disetujui: 29 November 2016

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pemanfaatan tepung kunyit (*Curcuma longa* Linn.) dengan dosis berbeda dalam pakan terhadap aktivitas enzim pencernaan dan kinerja pertumbuhan ikan mas. Tepung kunyit dengan dosis 0, 1, 2, dan 3% dicampurkan ke dalam pakan. Pakan yang digunakan adalah pakan buatan dengan kandungan iso-protein sebesar $29,51 \pm 0,93\%$ dan isoenergi $3948,10 \pm 68,38$ kkal kg^{-1} pakan. Ikan uji yang digunakan adalah ikan mas dengan bobot sebesar $2,82 \pm 0,04$ g, dipelihara dalam akuarium berukuran $60 \times 40 \times 35$ cm^3 dengan padat tebar 10 ekor pa-da setiap akuarium selama 60 hari. Ikan diberi pakan uji dengan frekuensi pemberian pakan sebanyak tiga kali dalam sehari yaitu pada pukul 08.00, 12.00, dan 16.00 WIB secara *at satiation*. Penyiponan dilakukan setiap hari. Air untuk budi daya diganti setiap tiga hari sekali sebanyak 25% dari volume media pemeliharaan. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pember-ian tepung kunyit dengan dosis 2% meningkatkan aktivitas enzim amilase dan protease yaitu $7,012$ U mg^{-1} dan $0,032$ U mg^{-1} . Pemberian tepung kunyit dengan dosis 2% juga meningkatkan laju pertumbuhan harian yaitu $2,22 \pm 0,13\%$. Disimpulkan bahwa pemberian tepung kunyit dosis 2% pada pakan dapat meningkatkan enzim amilase, protease dan kinerja pertumbuhan ikan mas.

Kata penting: ikan mas, *Curcuma longa* Linn, enzim pencernaan, kinerja pertumbuhan,

Abstract

This study aimed to evaluate the additional of turmeric meal (*Curcuma longa* Linn.) with different doses in feed to digestion enzyme activities and growth performance of common carp. The turmeric meal doses i.e 0, 1, 2 and 3% were mixed into fish diet. The diet was formulated diet that contain isoprotein as much as $29.51 \pm 0.93\%$ and isoenergy 3948.10 ± 68.38 kcal kg^{-1} diet. Common carp as sample test with initial body weight 2.82 ± 0.04 g were reared in $60 \times 40 \times 35$ cm^3 aquarium with density of 10 fish/aquaria entire 60 days. Fishes were given diet three times daily at 08:00 am, 12:00 am, and 16:00 pm by *at satiation* level. Syphonization was performed every day. Water exchange was applied once every 3 days as much as 25% from rearing media volume. Experimental design was set according to com-pletely randomized design with 4 treatments and 3 replications. The results showed that the turmeric meal with dose 2% could increased amylase and protease activities were 7.012 U mg^{-1} and 0.032 U mg^{-1} . Turmeric meal with dose 2% also increased daily growth rate of common carp $2.22 \pm 0.13\%$. Therefore, the conclusion of this study was the addition of turmeric meal with dose 2% in the diet could increased digestive enzyme activities amylase, protease and improved growth performance of common carp.

Keywords: common carp, *Curcuma longa* Linn, digestive enzymes, growth performance

Pendahuluan

Salah satu ikan budi daya yang digemari oleh masyarakat Indonesia adalah ikan mas (*Cyprinus carpio*). Di Indonesia, permintaan pasar akan ikan mas terus meningkat dari 282,695 ton

pada tahun 2010 menjadi 484,110 pada tahun 2014 (KKP 2015). Hal ini menunjukkan budi daya ikan mas mempunyai prospek yang tinggi untuk dikembangkan. Ikan mas merupakan salah satu komoditas yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan diproduksi dalam sistem budi daya in-tensif. Sistem ini memerlukan pemberian pakan

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: ika.wahyuniputri@gmail.com

buatan dalam jumlah cukup dan kualitas seimbang untuk meningkatkan pertumbuhan ikan. Namun budi daya ikan mas memerlukan waktu lebih dari empat bulan untuk mencapai ukuran konsumsi (± 200 g).

Upaya meningkatkan pertumbuhan ikan mas dapat memberikan banyak manfaat seperti memperpendek waktu produksi, meningkatkan efisiensi pakan, dan meningkatkan produksi. Salah satu cara untuk meningkatkan pertumbuhan ikan mas yaitu dengan mengoptimalkan fungsi fisiologis organ tubuh ikan mas yaitu saluran pencernaan. Organ penting yang berperan dalam saluran pencernaan adalah usus karena sangat berkaitan dengan aktivitas enzim pencernaan di dalam tubuh ikan (Rojtinnakorn *et al.* 2012). Menurut Handayani (2006), enzim-enzim pencernaan memiliki peranan penting dalam proses pencernaan nutrisi pakan. Ketersediaan enzim pencernaan akan memengaruhi efektivitas enzim dalam mencerna pakan yang diberikan, dan selanjutnya berpengaruh pada pertumbuhan. Salah satu cara untuk menstimulasi enzim pencernaan dapat lebih optimal yaitu melalui pemberian bahan alami (*feed additive*) kunyit (*Curcuma longa* Linn.).

Bahan alami merupakan bahan yang ditambahkan dalam jumlah kecil pada formulasi pakan atau pada pakan yang sudah jadi. Bahan ini memiliki fungsi untuk mempertahankan karakteristik gizi pakan, sebagai bahan pengawet, perekat atau *binder*, dan dapat meningkatkan nafsu makan (FAO 2006).

Kunyit (*Curcuma longa* Linn.) mengandung kurkumin dan minyak atsiri. Kurkumin merupakan senyawa polifenol yang terdapat pada kunyit berkisar antara 3-6%. Menurut Sinurat *et al.* (2009), tepung kunyit mengandung kurkumin 9,61% dan minyak atsiri 3,18%. Kurkumin memiliki fungsi yang dapat merangsang dinding

kantung empedu mengeluarkan cairan empedu ke dalam usus halus untuk meningkatkan pencernaan lemak, protein, dan karbohidrat sehingga aktivitas penyerapan zat-zat makanan meningkat, dan minyak atsiri pada kunyit berfungsi mencegah keluarnya asam lambung yang berlebihan sehingga kondisi lambung tidak terlalu asam dan memudahkan penyerapan zat makanan oleh usus halus (Darwis *et al.* 1991).

Penggunaan kunyit pada bahan pakan telah diuji oleh beberapa peneliti. Arifin (2015) melaporkan bahwa penambahan dosis ekstrak kunyit 0,15% pada pakan ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) mampu meningkatkan aktivitas enzim pencernaan amilase $0,974 \text{ U mg}^{-1}$ dan protease $10,170 \text{ U mg}^{-1}$. Penelitian Rojtinnakorn *et al.* (2012) pada ikan sand goby (*Oxyeleotris marmoratus*) melaporkan bahwa pemberian ekstrak kunyit dengan dosis 3% dapat meningkatkan aktivitas enzim amilase 27 U mg^{-1} , lipase $2,01 \text{ U mg}^{-1}$, dan tripsin 32 U mg^{-1} . Selanjutnya Dewi (2015) melaporkan bahwa penambahan tepung kunyit pada pakan ikan patin siam (*Pangasiodon hypophthalmus*) dengan dosis pemberian (480 mg kunyit/100 g pakan) mampu meningkatkan laju pertumbuhan harian ikan patin siam. Berdasarkan hasil penelitian di atas yang memberikan peningkatan pada pertumbuhan, maka perlu dilakukan penelitian penggunaan kunyit dalam pakan ikan mas.

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pemanfaatan tepung kunyit dengan dosis berbeda dalam pakan terhadap aktivitas enzim pencernaan dan kinerja pertumbuhan ikan mas.

Bahan dan metode

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Juni 2015. Pemeliharaan hewan uji dilaku-

kan di Laboratorium Nutrisi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Pembuatan tepung kunyit

Rimpang kunyit (*Curcuma longa* Linn.) diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatika (BALITRO) Cimanggu, Bogor. Kunyit dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran menggunakan air. Kunyit dikeringkan dalam oven dengan suhu 40°C. Setelah kering, kunyit dihaluskan dengan menggunakan mesin penggiling, kemudian diayak hingga menghasilkan tepung kunyit. Selanjutnya tepung kunyit dianalisis kandungan bahan aktifnya yaitu kurkumin dan minyak atsiri. Hasil yang diperoleh kandungan kurkumin 5,50% dan minyak atsiri 3,28%.

Pakan uji

Pakan percobaan yang digunakan adalah pakan buatan dengan kandungan isoprotein 29,51±0,93% dan isoenergi 3948,10±68,38 kkal kg⁻¹ pakan. Tepung kunyit dengan dosis 0, 1, 2 dan 3% dicampurkan ke dalam pakan. Selanjutnya bahan baku pakan ditimbang sesuai dengan formulasi yang sudah ditentukan seperti yang disajikan pada Tabel 1. Pakan dicetak dengan mesin pencetak pelet berdiameter 1-2 mm dan dioven pada suhu 40 °C selama 24 jam. Pakan uji yang sudah berbentuk pelet dianalisis proksimat untuk memastikan kandungannya sesuai dengan formulasi yang sudah dibuat (Tabel 2).

Tabel 1. Komposisi formulasi pakan uji

Bahan baku (%)	Penambahan tepung kunyit			
	0%	1%	2%	3%
Tepung ikan	15	15	15	15
Tepung daging dan tulang	10	10	10	10
Tepung kedelai	25	25	25	25
Minyak ikan	1	1	1	1
Minyak jagung	1	1	1	1
Dedak gandum	41	40	39	38
Tapioka	4	4	4	4
Vitamin dan mineral	3	3	3	3
Tepung kunyit	0	1	2	3
Total	100	100	100	100

Tabel 2. Hasil analisis proksimat pakan uji yang ditambahkan tepung kunyit dengan dosis yang berbeda (% bobot kering)

Kandungan nutrient	Penambahan tepung kunyit			
	0%	1%	2%	3%
Protein	29,17	30,48	30,01	28,38
Lemak	3,61	3,67	3,59	3,77
Abu	13,71	13,46	13,70	13,01
Serat kasar	7,25	4,06	6,12	5,60
BETN	46,26	48,33	46,57	49,24
GE (kkal kg ⁻¹)	3869,53	4033,12	3927,47	3962,30
C/P	13,27	13,23	13,09	13,96

Keterangan: BETN = bahan ekstrak tanpa nitrogen, GE : *Gross Energy* 1 g protein = 5,6 kkal GE, 1 g karbohidrat/BETN = 4,1 kkal GE, 1 g lemak = 9,4 kkal GE (Watanabe 1988). C/P: nisbah energi protein

Persiapan wadah dan pemeliharaan ikan

Wadah pemeliharaan yang digunakan berupa akuarium berukuran 60x40x35 cm³ sebanyak 12 buah. Akuarium dibersihkan terlebih dahulu sebelum digunakan dengan cara dicuci, dibilas, dan dikeringkan. Pada masing-masing akuarium dilengkapi dengan *top filter* untuk menjaga kualitas air, *thermostat* untuk menjaga suhu tetap stabil dan *aerator* untuk menyuplai oksigen.

Ikan uji yang digunakan adalah ikan mas (*Cyprinus carpio*) dengan bobot rata-rata ikan awal sebesar 2,82±0,04 g sebanyak 120 ekor. Ikan uji yang digunakan diadaptasikan terlebih dahulu dengan diberi pakan komersial selama tujuh hari. Kemudian ikan dipuasakan selama satu hari sebelum ditimbang dan dimasukkan ke dalam akuarium dengan padat penebaran sebanyak 10 ekor per akuarium.

Ikan dipelihara selama 60 hari dan diberi pakan uji dengan frekuensi pemberian pakan sebanyak tiga kali dalam sehari yaitu pada pukul 08.00, 12.00, dan 16.00 dengan cara *at satiation*. Penyiponan dilakukan setiap hari, kemudian air diisi kembali hingga ketinggian 25 cm. Air diganti setiap tiga hari sekali sebanyak 25% dari volume media pemeliharaan. Selama masa pemeliharaan, kualitas air dijaga dalam kisaran yang layak untuk pertumbuhan ikan mas.

Oksigen terlarut diukur menggunakan alat *dissolved oxygen* meter (DO meter), pH diukur dengan menggunakan pH meter, dan suhu diukur secara *in situ* dengan menggunakan termometer. Total amonium nitrogen (TAN) diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 630 nm. Pembacaan skala di Laboratorium Lingkungan, IPB.

Penimbangan biomassa ikan mas dilakukan pada hari ke-0, ke-30, dan ke-60. Sebelum penimbangan ikan dipuasakan selama 24 jam.

Pada akhir uji pertumbuhan, 5 ekor ikan dari setiap akuarium diambil secara acak untuk dilakukan analisis proksimat tubuh.

Pengamatan biokimia darah yang terdiri atas glukosa dilakukan pada hari ke-60 pemeliharaan. Pengambilan sampel darah dilakukan dengan mengambil 5 ekor ikan secara acak pada setiap perlakuan. Sebelumnya ikan dibius dengan menggunakan *stabilizer* sebanyak 0,6 ppm. Sampel darah diambil dari pembuluh vena di pangkal sirip ekor menggunakan *syringe* yang telah dibilas dengan antikoagulan dan dimasukkan ke dalam tabung mikro. Pemisahan plasma dilakukan dengan sentrifugasi pada 2500 rpm selama 5-20 menit dan plasma dapat langsung dianalisis atau disimpan pada suhu -20 °C hingga digunakan.

Setelah darah ikan mas diambil, kemudian ikan mas dibedah dan diambil organ hatinya yang digunakan untuk pengamatan indeks hepatomatik (IHS), kadar air, dan kadar lemak. Pada saat pembedahan organ, usus juga diambil untuk dianalisis enzim pencernaan meliputi enzim protease, lipase, dan amilase. Analisis enzim pencernaan dilakukan pada hari ke-0 dan hari ke-60 pemeliharaan.

Parameter penelitian

Aktivitas enzim pencernaan yang diukur meliputi enzim protease metode Bergemeyer *et al.* (1983), enzim amilase metode Worthington (1993), dan enzim lipase metode Borlongan (1990). Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$U/ml = \frac{OD \text{ sampel} - OD \text{ blanko}}{OD \text{ standar} - OD \text{ blanko}} \times fp \times T$$

Keterangan: U= aktivitas dalam international unit per menit, OD= absorbansi, fp= faktor pengencer, T= waktu inkubasi

Jumlah konsumsi pakan merupakan jumlah pakan yang dikonsumsi oleh ikan selama pemeliharaan. Jumlah konsumsi pakan dihitung dengan cara menimbang jumlah pakan yang dikon-

sumsi ikan setiap harinya selama masa pemeliharaan.

Laju pertumbuhan harian ikan dihitung berdasarkan persamaan yang dikemukakan oleh Huisman (1987), yaitu:

$$LPH = \left(\sqrt[t]{\frac{W_t}{W_o}} - 1 \right) \times 100$$

Keterangan: LPH= laju pertumbuhan harian (%), W_t = bobot rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (g), W_o = bobot rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (g), t = periode pengamatan

Efisiensi pakan dihitung menggunakan persamaan Takeuchi (1988), yaitu:

$$EP = \frac{[(W_t + W_d) - W_o]}{F} \times 100$$

Keterangan: EP= efisiensi pakan (%), W_t = biomassa ikan pada akhir pemeliharaan (g), W_o = biomassa ikan pada awal pemeliharaan (g), W_d = biomassa ikan yang mati selama pemeliharaan (g), F = jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan (g)

Retensi protein di hitung melalui analisis proksimat protein tubuh ikan uji pada awal dan akhir penelitian. Rumus perhitungan retensi protein adalah sebagai berikut Guo *et al.* (2012):

$$RP = \frac{P_t - P_o}{P_p} \times 100$$

Keterangan: RP= retensi protein (%), P_t = jumlah protein tubuh ikan pada akhir pemeliharaan (g), P_o = jumlah protein tubuh ikan pada awal pemeliharaan (g), P_p = jumlah protein pakan yang dikonsumsi ikan (g)

Retensi lemak di hitung melalui analisis proksimat lemak tubuh ikan uji pada awal dan akhir penelitian. Rumus perhitungan retensi lemak adalah sebagai berikut Guo *et al.* (2012):

$$RL = \frac{L_t - L_o}{L_l} \times 100$$

Keterangan: RL= retensi lemak (%), L_t = jumlah lemak tubuh ikan pada akhir pemeliharaan (g), L_o = jumlah lemak tubuh ikan pada awal pemeliharaan (g), L_l = jumlah lemak pakan yang dikonsumsi ikan (g)

Sintasan ikan uji dihitung menggunakan rumus Asdari *et al.* (2011), yaitu:

$$LS = \left(\frac{N_t}{N_o} \right) \times 100$$

Keterangan: LS= laju sintasan (%), N_t = jumlah ikan pada akhir pemeliharaan, N_o = jumlah ikan pada awal pemeliharaan

Analisis indeks hepatosomatik (IHS) dilakukan pada akhir pemeliharaan. IHS diukur dengan menimbang bobot hati (g) dibandingkan dengan bobot tubuh ikan uji (g). Penimbangan dilakukan dalam keadaan bobot basah. IHS dihitung berdasarkan persamaan yang dikemukakan oleh Kiriratnikom & Kiriratnikom (2012), yaitu:

$$IHS = \frac{\text{Bobot organ hati (g)}}{\text{Bobot tubuh ikan uji (g)}} \times 100$$

Kadar lemak hati didapatkan melalui analisis proksimat dengan metode *Folch* pada akhir penelitian AOAC (1999).

Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan menggunakan metode GLUCOSE liquid color (Human mbH Jerman) dengan rumus sebagai berikut:

$$G = \frac{A_s \times K_{sg}}{A_{sg}}$$

Keterangan: G= glukosa darah (mg dL⁻¹), A_s = absorbansi sampel, K_{sg} = konsentrasi standar glukosa, A_{sg} = absorbansi standar glukosa

Analisis data

Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan tiga ulangan. Parameter bobot tubuh akhir, jumlah konsumsi pakan, retensi protein, retensi lemak, laju pertumbuhan harian, efisiensi pakan, laju sintasan, aktivitas enzim pencernaan (amilase, protease, lipase), lemak hati, kadar air hati, indeks hepatosomatik, glukosa darah, kadar protein tubuh, kadar lemak tubuh, dianalisis menggunakan Microsoft Excel 2013 dan dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan taraf kepercayaan 95% menggunakan SPSS 16. Apabila hasil menunjukkan perbedaan yang nyata antarperlakuan maka dilakukan uji lanjut Duncan.

Hasil

Penambahan tepung kunyit pada pakan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap aktivitas enzim amilase dan protease, namun terhadap enzim lipase tidak berbeda nyata (Tabel 3). Aktivitas enzim amilase tertinggi terdapat pada perlakuan 2% sebesar $7,012 \text{ U mg}^{-1}$ substrat dan terendah pada perlakuan 0% sebesar $2,945 \text{ U mg}^{-1}$ substrat, sedangkan aktivitas enzim protease tertinggi terdapat pada perlakuan 2% sebesar $0,032 \text{ U mg}^{-1}$ substrat dan terendah pada perlakuan 0% sebesar $0,018 \text{ U mg}^{-1}$ substrat.

Penambahan tepung kunyit pada penelitian ini terlihat memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar air hati dan indeks hepatosomatik (IHS). Pengaruh terhadap kadar lemak hati dan glukosa darah tidak berbeda nyata (Tabel 4).

Penambahan tepung kunyit pada ikan mas menghasilkan peningkatan biomassa ikan akhir, jumlah konsumsi pakan dan laju pertumbuhan harian. Hasil penelitian menunjukkan pada akhir pemeliharaan perlakuan tepung kunyit dengan dosis 2% memberikan pengaruh yang berbeda

nyata dan menghasilkan biomassa akhir tertinggi yaitu sebesar 106,11 g, jumlah konsumsi pakan tertinggi yaitu 187,55 g dan laju pertumbuhan harian tertinggi yaitu 2,22%. Namun tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap retensi protein, retensi lemak, efisiensi pakan, dan laju sintasan (Tabel 5).

Penambahan tepung kunyit memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap komposisi kimiawi tubuh meliputi kandungan protein dan lemak tubuh ikan mas. Kandungan protein tertinggi diperoleh pada perlakuan tepung kunyit dengan dosis 2% yaitu sebesar 58,13% dan kadar lemak terendah diperoleh pada perlakuan dengan dosis 2% yaitu sebesar 22,11% (Tabel 6).

Kualitas air

Selama penelitian dilakukan, parameter kualitas air berada dalam kisaran layak untuk kegiatan budi daya ikan mas meliputi suhu berkisar $28-31^{\circ}\text{C}$, oksigen terlarut $5,1-6,7 \text{ mg L}^{-1}$, pH $6,97-7,72$ dan total amonium nitrogen $0,03-0,38 \text{ mg L}^{-1}$.

Tabel 3. Aktivitas enzim pencernaan ikan mas yang diberi pakan perlakuan tepung kunyit dengan dosis yang berbeda selama 60 hari pemeliharaan

Parameter (U/mg substrat)	Awal	Penambahan tepung kunyit			
		0%	1%	2%	3%
Enzim amilase	6,32	$2,945 \pm 0,090^a$	$5,509 \pm 0,367^b$	$7,012 \pm 0,787^c$	$4,572 \pm 0,756^b$
Enzim protease	0,03	$0,018 \pm 0,001^a$	$0,024 \pm 0,003^a$	$0,032 \pm 0,005^b$	$0,022 \pm 0,004^a$
Enzim lipase	1,77	$1,628 \pm 0,025^a$	$1,562 \pm 0,059^a$	$1,552 \pm 0,024^a$	$1,510 \pm 0,114^a$

Keterangan: Huruf tika atas di belakang nilai simpangan baku yang berbeda pada setiap baris menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$).

Tabel 4. Kadar air hati, lemak hati, indeks hepatosomatik (IHS) dan glukosa darah ikan mas yang diberi pakan perlakuan tepung kunyit dengan dosis yang berbeda selama 60 hari pemeliharaan

Parameter (%)	Penambahan tepung kunyit			
	0%	1%	2%	3%
Kadar air hati	$61,77 \pm 3,20^a$	$69,99 \pm 5,57^b$	$68,73 \pm 1,21^b$	$68,41 \pm 1,81^b$
Lemak hati	$11,79 \pm 0,90^a$	$10,69 \pm 2,13^a$	$10,21 \pm 1,74^a$	$8,88 \pm 1,59^a$
IHS	$0,70 \pm 0,13^a$	$0,89 \pm 0,10^{ab}$	$1,07 \pm 0,25^b$	$1,02 \pm 0,19^{ab}$
Glukosa	$104,38 \pm 12,31^a$	$111,92 \pm 14,66^a$	$131,51 \pm 11,92^a$	$124,33 \pm 19,84^a$

Keterangan: Huruf tika atas di belakang nilai simpangan baku yang berbeda pada setiap baris menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$).

Tabel 5. Biomassa awal (W_0), biomassa akhir (W_t), jumlah konsumsi pakan (JKP), retensi protein (RP), retensi lemak (RL), efisiensi pakan (EP), laju pertumbuhan harian (LPH), dan laju sintasan (TKH) ikan mas yang diberi pakan perlakuan tepung kunyit dengan dosis yang berbeda selama 60 hari pemeliharaan

Parameter	Penambahan tepung kunyit			
	0%	1%	2%	3%
W_0 (g)	28,18±0,55 ^a	28,15±0,87 ^a	28,40±0,13 ^a	28,11±0,87 ^a
W_t (g)	81,31±4,97 ^a	93,25±3,80 ^b	106,11±8,22 ^c	98,75±4,97 ^{bc}
JKP (g)	138,50±1,15 ^a	162,60±1,93 ^b	187,55±11,39 ^c	175,75±9,32 ^{bc}
RP (%)	18,97±1,70 ^a	20,97±1,37 ^a	21,13±1,99 ^a	19,95±0,81 ^a
RL (%)	73,80±11,81 ^a	73,78±14,89 ^a	58,21±10,54 ^a	59,24±10,67 ^a
LPH (%)	1,78±0,07 ^a	2,02±0,02 ^b	2,22±0,13 ^c	2,12±0,10 ^{bc}
EP (%)	38,35±2,88 ^a	40,03±1,41 ^a	41,37±2,08 ^a	40,17±0,76 ^a
TKH (%)	100±0 ^a	100±0 ^a	100±0 ^a	100±0 ^a

Keterangan: Huruf tika atas di belakang nilai simpangan baku yang berbeda pada setiap baris menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($P<0,05$).

Tabel 6. Kadar protein dan lemak tubuh ikan mas yang diberi pakan perlakuan tepung kunyit dengan dosis yang berbeda selama 60 hari pemeliharaan

Parameter (%)	Awal	Penambahan tepung kunyit			
		0%	1%	2%	3%
Protein	52,23	54,23±0,65 ^a	57,15±3,06 ^{ab}	58,13±1,77 ^b	55,00±1,26 ^{ab}
Lemak	27,08	26,79±1,38 ^b	25,73±3,01 ^{ab}	22,11±1,90 ^a	23,72±1,63 ^{ab}

Keterangan: Kadar air pada awal pemeliharaan 73,46%, dan akhir percobaan 0%: 75,30%, 1%: 75,05%, 2%: 76,10, dan 3%: 76,41%. Huruf tika atas di belakang nilai simpangan baku yang berbeda pada setiap baris menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($P<0,05$).

Pembahasan

Penambahan tepung kunyit pada pakan memengaruhi aktivitas enzim pencernaan (Tabel 3). Aktivitas enzim amilase dan protease meningkat pada ikan yang diberi tepung kunyit dosis 2% yaitu 7,012 U mg⁻¹ substrat dan 0,032 U mg⁻¹ substrat. Hal ini diduga akibat zat aktif kurkumin yang terdapat pada kunyit yang dapat meningkatkan jumlah konsumsi pakan. Semakin tinggi pakan yang dikonsumsi dapat meningkatkan jumlah substrat untuk enzim, sehingga aktivitas enzim meningkat (Rojtinnakorn *et al.* 2012). Menurut Rungruangsak-Torrissen *et al.* (2009), tingginya aktivitas enzim pencernaan dapat dihubungkan dengan tingginya pakan yang dikonsumsi atau tingginya pemanfaatan pakan yang berpengaruh pada pertumbuhan somatik. Rust (2002) juga menyatakan bahwa level aktivitas spesifik enzim

pencernaan lebih ditentukan oleh banyaknya pakan yang dikonsumsi sebagai substrat cerna. Hal ini sesuai dengan penelitian Arifin (2015) bahwa penambahan dosis ekstrak kunyit 0,15% pada pakan mampu meningkatkan aktivitas enzim amilase 0,974 U mg⁻¹ dan protease 10,170 U mg⁻¹ pada ikan gurame. Rojtinnakorn *et al.* (2012) juga melaporkan bahwa penambahan ekstrak kunyit dengan dosis 3% dapat meningkatkan aktivitas enzim amilase 27 U mg⁻¹, lipase 2,01 U mg⁻¹, dan tripsin 32 U mg⁻¹ pada ikan sand goby (*Oxyeleotris marmoratus*).

Nutrien yang telah dicerna kemudian akan dialirkan oleh pembuluh darah menuju hati dan digunakan untuk proses metabolisme. Kadar glukosa darah menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Arifin (2015) melaporkan bahwa penambahan dosis ekstrak kunyit sebesar 0,15%

meningkatkan kadar glukosa darah ikan gurame. Nilai IHS yang diperoleh pada akhir penelitian meningkat seiring dengan meningkatnya dosis pakan tepung kunyit. Peningkatan IHS tersebut diduga karena meningkatnya jumlah sel hepatosit lebih banyak, sehingga ukuran hati yang lebih besar sebagai kompensasi pertumbuhan yang cepat dibandingkan dengan ikan yang mengonsumsi pakan tanpa tepung kunyit. Peningkatan IHS juga dilaporkan pada ikan gurame sebesar 1,15% lebih tinggi dibandingkan kontrol (Arifin 2015).

Retensi nutrisi tertentu pada tubuh ikan selama periode tertentu biasanya digunakan untuk mengevaluasi ketersediaan dan keseimbangan asam amino dan ketersediaan beberapa elemen esensial nutrisi lainnya (Affandi *et al.* 2009). Nilai retensi protein menunjukkan tidak berbeda nyata yaitu berkisar 18,97-21,13%. Hal ini diduga oleh keseimbangan asam amino pada pakan yang diberikan kepada ikan. Menurut Ali *et al.* (2008), retensi protein dipengaruhi oleh berbagai faktor termasuk kandungan protein pakan, keseimbangan asam amino, dan nisbah energi pakan.

Penambahan tepung kunyit memengaruhi komposisi kimiawi tubuh akhir ikan mas yang meliputi kandungan protein dan lemak tubuh. Penambahan tepung kunyit sebesar 2% meningkatkan kandungan protein tubuh ikan uji hingga 58,13% dan menurunkan lemak tubuh hingga 22,11% (Tabel 6). Kandungan protein tubuh dipengaruhi oleh pengambilan protein pakan dan timbunan protein yang berkorelasi positif dengan kadar protein pakan (Phumee *et al.* 2008). Penurunan kandungan lemak tubuh disebabkan oleh zat aktif kurkumin yang merangsang sekresi cairan empedu menjadi lebih cepat sehingga terjadi peningkatan cairan empedu yang menyebabkan kadar lemak menurun (Bintang & Nataamijaya).

Penambahan tepung kunyit 1, 2 dan 3% tidak berpengaruh terhadap laju sintasan ikan mas yaitu 100% untuk semua perlakuan. Namun penambahan tepung kunyit pada pakan meningkatkan nafsu makan ikan yang ditandai dengan peningkatan jumlah konsumsi pakan (Tabel 5). Peningkatan jumlah konsumsi pakan diikuti dengan meningkatnya bobot tubuh akhir dan laju pertumbuhan harian ikan mas, namun tidak diikuti dengan efisiensi pakan yang menunjukkan tidak berbeda nyata. Hal ini dikarenakan pertambahan bobot tubuh masing-masing perlakuan diimbangi oleh jumlah konsumsi pakan. Moko-ginta *et al.* (2004) menyatakan bahwa nilai efisiensi pakan yang sama antarperlakuan disebabkan oleh pertambahan bobot tubuh masing-masing perlakuan juga diimbangi oleh jumlah konsumsi pakan. Penambahan tepung kunyit 2% menghasilkan bobot tubuh akhir ikan dan laju pertumbuhan harian tertinggi pada ikan. Hal ini disebabkan oleh zat aktif kurkumin yang terdapat di dalam tepung kunyit bekerja secara efektif sehingga penyerapan nutrisi lebih tinggi. Menurut Darwis *et al.* (1991), kurkumin memiliki fungsi yang dapat merangsang dinding kantung empedu untuk mengeluarkan cairan empedu ke dalam usus halus sehingga meningkatkan pencernaan lemak, protein dan karbohidrat sehingga aktivitas penyerapan zat-zat makanan meningkat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Dewi (2015), bahwa penambahan tepung kunyit pada pakan ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) dengan dosis pemberian (480 mg kunyit/100 g pakan) mampu meningkatkan laju pertumbuhan harian ikan patin siam.

Peningkatan penambahan tepung kunyit hingga 3% pada pakan menghasilkan laju pertumbuhan ikan menurun (Tabel 5). Hal ini disebabkan oleh kandungan zat anti nutrisi pada pakan. Kunyit mengandung zat antinutrisi berupa

tannin, sehingga peningkatan persentase kunyit mengakibatkan peningkatan tannin pada pakan. Tannin dapat mengganggu proses pencernaan dengan mengikat enzim pencernaan atau kompleks komponen pakan seperti protein atau mineral, sehingga penyerapan nutrisi terganggu dan pertumbuhan terhambat (NRC 2011). Hal sama juga dilaporkan oleh Rahmat & Kusnadi (2008) bahwa penambahan tepung kunyit dengan dosis 0,1% menghasilkan penurunan pertumbuhan pada ayam yang disebabkan adanya zat antinutrisi berupa tannin.

Simpulan

Pemberian tepung kunyit dengan dosis 2% pada pakan ikan mas *Cyprinus carpio* meningkatkan enzim amilase 7,012 U/mg, protease 0,032 U/mg dan kinerja pertumbuhan ikan mas 2,22%.

Daftar pustaka

- Affandi R, Sjafei DS, Rahardjo MF, Sulistiono. 2009. *Fisiologi Ikan: Pencernaan dan Penyerapan Makanan*. IPB Press. Bogor. 240 hlm.
- Ali A, Al-Ogaily SM, Al-Asgah NA, Goddard JS, Ahmed SI. 2008. Effect of different protein to energy (P/E) ratios on growth performance and body composition of *Oreochromis niloticus* fingerlings. *Journal of Applied Ichthyology*, 24(1): 31-37.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 1999. Official methods of analysis of AOAC Intl. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Maryland (US). p. 112-115
- Arifin PP. 2015. Evaluasi pemberian ekstrak kunyit *Curcuma longa* Linn. pada pakan terhadap enzim pencernaan dan kinerja pertumbuhan ikan gurame *Osphronemus gouramy*. *Tesis*. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 39 hlm
- Asdari R, Aliyu M, Hashim R, Ramachandran. 2011. Effect of different dietary protein and lipid source in the diet for *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage, 1878) juvenile on growth performance, nutrient utilization, body indices and muscle and liver fatty acid composition. *Aquaculture Nutrition*, 17(1): 44-53.
- Bergemeyer HU, Grossl M, Walter HE. 1983. Reagents for enzymatic analysis. In: Bergemeyer HU(ed.). *Methods in Enzymatic Analysis*. 3rd edition. Verlag Chemie, Weinheim. pp. 274-275.
- Bintang IAK, Nataamijaya AG. 2006. Karkas dan lemak subkutan broiler yang mendapat pakan dengan suplementasi tepung kunyit (*Curcuma domestica* Val) dan tepung lempuyang (*Zingiber aromaticum* Val). In: Saif YM. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. p. 623-628.
- Borlongan LG. 1990. Studies on the digestive lipases of milkfish, *Chanos chanos*. *Aquaculture*, 89(1-3): 315-325.
- Darwis SN, Modjo Indo ABD, Hasiyah S. 1991. *Tanaman Obat Familia Zingiberaceae*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Industri. Bogor. 103 hlm.
- Dewi CD. 2015. Khasiat tepung kunyit (*Curcuma longa*) dalam pakan untuk meningkatkan performan reproduksi ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Tesis*. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 42 hlm.
- FAO (Food and Agriculture Organization)/OIE/WHO. 2006. Joint report FAO/OIE/WHO/Expert consultation on antimicrobial use in aquaculture and antimicrobial resistance. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Seoul, Republic of South Korea, June 13-16.
- Guo ZQ, Zhu XM, Liu JS, Han D, Yang YX, Lan ZQ, Xie SQ. 2012. Effects of dietary protein level on growth performance, nitrogen and energy budget of juvenile hybrid sturgeon (*Acipenser baerii* ♀ × *A. gueldenstaedtii* ♂). *Aquaculture*. 338-341: 89-95.
- Handayani S. 2006. Studi efisiensi pemanfaatan karbohidrat pakan bagi pertumbuhan ikan gurame (*Osphronemus gouramy* Lac.) sejalan dengan perubahan enzim pencernaan dan insulin. *Tesis*. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 107 hlm.
- Huisman EA. 1987. *Principle of Fish Production*. Department of Fish Culture and Fisheries. Wageningen Agricultural University, The Netherlands. 187 p.
- Kiriratnikom S, Kiriratnikom A. 2012. Growth, feed utilization, survival and body compo-

- sition of fingerlings of slender walking catfish, *Clarias nieuhofii*, fed diets containing different protein levels. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 34(1): 37-43.
- KKP (Kementerian Kelautan dan Perikanan). 2015. Pelepasan ikan mas mantap sebagai pendukung produksi perikanan budidaya yang berkelanjutan. www.djpb.kkp.go.id. [diunduh 26 Mei 2016].
- Mokoginta I, Hapsyari F, Suprayudi MA. 2004. Peningkatan retensi protein melalui peningkatan efisiensi karbohidrat pakan yang diberi chromium pada ikan mas *Cyprinus carpio* Linn *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 3(2): 37-41.
- NRC (National Research Council). 2011. Nutrient requirement of fish and shrimp. National Academic Press. Washington DC (USA). p 376
- Phumee P, Hashim R, Paiko MA, Chien ACS. 2008. Effects of dietary and lipid content on growth performance and biological indices of iridescent shark (*Pangasius hypophthalmus*, Sauvage 1878) fry. *Aquaculture Research*, 40(4): 456-463.
- Rahmat A, Kusnadi E. 2008. Pengaruh penambahan tepung kunyit (*Curcuma domestica* Val.) dalam ransum yang diberi minyak jelantah terhadap performan ayam broiler. *Jurnal Ilmu Ternak*, 8(1): 25-30.
- Rojtinnakorn J, Rittiplang S, Tongsiri S, Chaibu P. 2012. Tumeric extract inducing growth biomarker in sand goby (*Oxyeleotris marmoratus*). *2nd International Conference on Chemical, Biological and Environment Sciences*, 41-42.
- Rungruangsak-Torrissen K, Stien LH, Daae BS, Vågseth T, Thorsheim GB, Tobin D, Rytola O. 2009. Different dietary levels of protein to lipid ratio affected digestive efficiency, skeletal growth, and muscle protein in rainbow trout families. *Scholarly Research Exchange*, vol. 2009: 1-13.
- Rust MB. 2002. Nutritional physiology In: Halver JE, Hardy RW (eds). 2002. *Fish Nutrition*, Third Edition. Academic Press. London. p. 367-452
- Sinurat AP, Purwadaria T, Bintang IAK, Ketaren PP, Bermawie N, Raharjo M, Rizal M. 2009. The utilization of turmeric and *Curcuma xanthorrhiza* as feed additive for broilers. *Jurnal Ilmu Ternak Veteriner*, 14(2):90-96.
- Takeuchi T. 1988. Laboratory work chemical evaluation of dietary nutrients. In: Watanabe T (ed). *Fish Nutrition and Mariculture*, Department of Aquatic Bioscience, Tokyo University of Fisheries. p 179-225.
- Watanabe T. 1988. *Fish Nutrition and Mariculture*. JICA. Textbook. Department of Aquatic Bioscience. Tokyo University of Fisheries, Japan. 233 p.
- Worthington V. 1993. Worthington Enzyme Manual. Enzymes and Related Biochemicals. Worthington Chemical Corp., New Jersey, US. 399 p.

**Pertumbuhan dan sintasan pascalarva
ikan lalawak, *Barbonymus balleroides* (Valenciennes, 1842)
di akuarium dengan kepadatan berbeda**

[The growth and survival rate of red tailed tinfoil, *Barbonymus balleroides* (Valenciennes, 1842)
post-larvae in aquariums with different densities]

Irin Iriana Kusmini, Fera Permata Putri, Deni Radona✉

Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar
Jl. Sempur No. 1, Bogor 16151

Diterima: 17 Juni 2016; Disetujui: 10 Januari 2017

Abstrak

Ikan lalawak *Barbonymus balleroides* (Valenciennes, 1842) merupakan ikan lokal air tawar yang memiliki potensi untuk dibudidayakan sebagai ikan konsumsi maupun sebagai ikan hias. Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi pertumbuhan dan sintasan pascalarva ikan lalawak berdasarkan padat tebar (3 ekor L⁻¹, 4 ekor L⁻¹ dan 5 ekor L⁻¹). Penelitian dilakukan di Instalasi Penelitian Plasma Nutfah Perikanan Air Tawar Cijeruk, Bogor dan dilaksanakan secara eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan dan tiga kali ulangan. Pascalarva yang digunakan berukuran 0,37 cm dan merupakan hasil pemijahan secara induksi hormon. Pemeliharaan dilakukan dalam akuarium berukuran 60x30x30 cm³ dengan volume air 34 L. Selama 90 hari pemeliharaan pascalarva diberi pakan komersial berbentuk remah yang mengandung protein 40 % secara *at-satiasi* dengan frekuensi tiga kali per hari (pagi, siang, dan sore). Hasil penelitian menunjukkan nilai panjang, bobot, dan laju pertumbuhan spesifik tertinggi ($P<0,05$) pada perlakuan padat tebar 5 ekor L⁻¹ dengan nilai 1,8 cm, 0,24 g dan 2,72% sedangkan sintasan tertinggi pada perlakuan 3 ekor L⁻¹ dengan nilai 86,76%.

Kata penting: lalawak, pertumbuhan, padat tebar, sintasan

Abstract

Tinfoil barb *Barbonymus balleroides* (Valenciennes, 1842) is one of the local freshwater fish that have the potential to be cultured as fish consumption as well as ornamental fish. This study aimed to determine of the growth and survival rate of red tailed tinfoil post-larvae based stocking density (3 individualL⁻¹, 4 individualL⁻¹ and 5 individualL⁻¹). This study was conducted in plasma nutfah research station, Bogor and experimentally used completely randomized design (CRD) with three treatments and three replications for each treatment. The post-larvae used in the experiment were sized 0.37 cm from induced breeding spawning. The post-larvae were reared in the aquarium (dimension= 60x30x30 cm) with a volume of 34 liters water. During reared (90 days) post-larvae were given commercial feed (protein content =40%) at-satiation with frequency of three times per day. The result showed the value of length, weight and the highest specific growth rate ($P<0.05$) in the treatment of stocking density 5 individualL⁻¹ with value of 1.8 cm, 0.24 g and 2.72%, while the highest survival rate of 3 individualL⁻¹ with a value of 86.76%.

Keywords: red tailed tinfoil, growth, stocking densities, survival rate

Pendahuluan

Ikan lalawak *Barbonymus balleroides* (Valenciennes, 1842) atau yang bisa disebut juga dengan ikan balar atau ceceperan merupakan ikan asli perairan Indonesia yang bernilai ekonomis. Ikan lalawak banyak tersebar di Jawa Barat (Sumedang, Cianjur dan Kuningan) dan hidup di sungai berarus cukup deras.

Dalam manajemen kegiatan budi daya, salah satu kegiatannya adalah pendederan. Pendederan merupakan kegiatan lanjutan setelah pemijahan ketika larva ikan akan dipisahkan dengan induknya. Menurut Pawartining *et al.* (2003), pendederan perlu dilakukan untuk mendapatkan benih yang berkualitas sebelum ditebar di kolam pembesaran. Pada tahap pendederan diperlukan penentuan padat tebar agar sintasan dan pertumbuhan ikan yang ditebar tetap optimal. Peningkatan padat tebar sampai batas tertentu dapat

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: deniradona_kkp@yahoo.com

mengganggu proses fisiologis, menurunkan pertumbuhan, dan sintasan (Wedemeyer 2001). Pengaturan padat tebar dapat meningkatkan nilai produksi berbagai komoditas, seperti ikan hias silver dollar *Metynnis hypsauchen* (Kadarini *et al.* 2010), ikan tambakan *Helostoma temminckii* (Joko *et al.* 2013), ikan mas rajadana *Cyprinus carpio* (Radona *et al.* 2012), ikan nila BEST *Oreochromis niloticus* dan nilem *Osteochilus vittatus* (Radona *et al.* 2011), ikan lele *Clarias gariepinus* (Hermawan *et al.* 2012), dan jenis krustase seperti lobster *Cherax quadricarinatus* (Budiardi *et al.* 2008).

Pada ikan lalawak diperlukan pengaturan padat tebar karena data dan informasi tentang padat penebarannya masih belum ada dan akan menjadi penting dalam mendukung upaya peningkatan produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pertumbuhan dan sintasan pascalarva ikan lalawak yang dipelihara pada akuarium dengan kepadatan berbeda.

Bahan dan metode

Penelitian dilakukan pada bulan Januari-April 2016 di Instalasi Penelitian Plasma Nutfah Perikanan Air Tawar Cijeruk, Bogor. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan kepadatan tebar ikan per liter air, (A) 3 ekor L⁻¹ (102 ekor per akuarium), (B) 4 ekor L⁻¹ (136 ekor per akuarium) dan (C) 5 ekor L⁻¹ (170 ekor per akuarium) dan masing-masing dengan tiga ulangan.

Ikan lalawak yang digunakan berumur tiga hari atau pascalarva (kandungan kuning telur habis) yang berukuran 0,37 cm dan merupakan hasil pemijahan secara induksi hormon. Pemeliharaan pascalarva dilakukan pada sembilan akuarium berukuran 60x30x30 cm³ dengan volume air sebanyak 34 L. Setiap akuarium diberi aerasi dengan intensitas yang sama. Selama 90 hari pe-

meliharaan pascalarva diberi pakan komersial berbentuk remah yang mengandung protein 40% secara *at-satiasi* dengan frekuensi tiga kali sehari (pagi, siang, dan sore). Kondisi kualitas air dalam akuarium dijaga dengan penyiponan dan penggantian air sebanyak 30-50% setiap tiga hari.

Pertumbuhan panjang, bobot, dan laju pertumbuhan harian diamati setiap 30 hari dengan mengukur panjang dan menimbang bobot individu sebanyak 30 ekor per akuarium. Pengamatan biomassa, nisbah konversi pakan, dan sintasan dilakukan pada akhir penelitian. Parameter yang diamati dihitung berdasarkan rumus menurut Effendie (2002).

Pertumbuhan

$$P = P_t - P_o$$

Keterangan: P= pertumbuhan panjang (cm), P_t= panjang akhir ikan hari ke-t (cm), P_o= panjang awal ikan (cm)

$$W = W_t - W_o$$

Keterangan: W= pertumbuhan bobot (g), W_t= bobot akhir ikan hari ke-t (g), W_o= bobot awal ikan (g)

Laju pertumbuhan harian

$$LPH = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t} \times 100$$

Keterangan:

LPH= laju pertumbuhan harian (%), W_t= bobot rata-rata ikan pada saat akhir (gram), W_o= bobot rata-rata ikan pada saat awal (gram), t= lama perlakuan (hari)

Sintasan

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100$$

Keterangan: SR= sintasan, N_t= jumlah pascalarva awal pemeliharaan (ekor), N_o= jumlah pascalarva akhir pemeliharaan (ekor)

Nisbah konversi pakan

$$NKP = \frac{F}{(W_t + D) - W_o}$$

Keterangan: NKP= nisbah konversi pakan, F= bobot pakan yang diberikan (g), W_t= bobot ikan pada akhir penelitian (g), D= bobot ikan yang mati (g), W_o= bobot ikan pada awal penelitian (g)

Biomassa

$$BM = \frac{BM_t - BM_o}{BM_o}$$

Keterangan: BM= biomassa (g), BMt= biomassa ikan pada akhir penelitian (g), BMD= biomassa ikan mati selama penelitian (g), BMo= biomassa ikan pada awal penelitian (g)

Sebagai data pendukung dilakukan pengamatan kondisi air di akuarium pada hari ke-2 pemeliharaan (sehari sebelum penyiponan) dengan selang tiga jam selama 24 jam. Parameter suhu ($^{\circ}\text{C}$), pH, dan oksigen terlarut (mg L^{-1}) diukur langsung saat pengamatan menggunakan *Multi Parameter Water Quality Meter* EC 900. Alkalinitas (mg L^{-1}), nitrat (mg L^{-1}), dan nitrit (mg L^{-1}) diamati di laboratorium Uji Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar, Bogor yang sudah terakreditasi (LP-711 IDN).

Data yang diperoleh kemudian ditabulasi dan dianalisis keragaman pertumbuhan dan sintasan dengan analisis varian (ANOVA). Perbedaan antarperlakuan dianalisis lanjut dengan uji lanjut Duncan menggunakan bantuan program SPSS versi 18.

Hasil

Pertambahan panjang dan bobot rata-rata individu pascalarva ikan lalawak selama penelitian disajikan pada Tabel 1 dan 2. Pertumbuhan yang diperoleh dari ketiga perlakuan padat tebar pascalarva ikan lalawak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0,05$). Nilai pertumbuhan panjang dan bobot tertinggi pada perlakuan 5 ekor L^{-1} dengan nilai $2,64\pm 0,27$ cm dan $0,26 \pm 0,08$ g.

Nilai laju pertumbuhan harian selama penelitian disajikan pada Tabel 3. Hasil penelitian menunjukkan nilai laju pertumbuhan bobot harian yang diperoleh dari ketiga perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0,05$). Laju pertumbuhan harian tertinggi diperoleh pada perlakuan tebar 5 ekor L^{-1} dengan nilai panjang ($1,01\pm 0,145\%$) dan bobot ($2,72\pm 0,32\%$); dan yang terendah pada perlakuan padat tebar 3 ekor L^{-1} dengan nilai panjang ($1,16\pm 0,03\%$) dan bobot ($2,43\pm 0,02\%$).

Sintasan pascalarva ikan lalawak pada akhir penelitian dari masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 4. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan padat tebar 3 ekor L^{-1} memiliki sintasan tertinggi dengan nilai $86,76 \pm 18,38\%$ dan menunjukkan perbedaan secara nyata ($P<0,05$) dengan perlakuan padat tebar 4 ekor L^{-1} dengan nilai $54,90 \pm 18,38\%$ dan perlakuan padat tebar 5 ekor L^{-1} dengan nilai $48,04\pm 20,65\%$.

Biomassa dan nisbah konversi pakan yang diperoleh selama penelitian disajikan pada Tabel 5. Hasil penelitian menunjukkan nilai biomassa yang diperoleh dari ketiga perlakuan menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P>0,05$). Nilai biomassa tertinggi diperoleh pada perlakuan padat tebar 5 ekor L^{-1} sebesar $9,37\pm 2,35$ g dengan nilai nisbah konversi pakan 1,25.

Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian disajikan pada Tabel 6.

Tabel 1. Pertumbuhan panjang ikan lalawak di akuarium selama 90 hari pemeliharaan

Waktu pemeliharaan (hari)	Pertumbuhan panjang (cm)		
	3 ekor L^{-1}	4 ekor L^{-1}	5 ekor L^{-1}
30	$1,36 \pm 0,03$	$1,37 \pm 0,01$	$1,46 \pm 0,12$
60	$1,96 \pm 0,03$	$2,06 \pm 0,04$	$2,11 \pm 0,25$
90	$2,37 \pm 0,04^a$	$2,38 \pm 0,08^a$	$2,64 \pm 0,27^b$

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata menurut Uji Duncan ($P>0,05$).

Tabel 2. Pertumbuhan bobot ikan lalawak di akuarium selama 90 hari pemeliharaan

Waktu pemeliharaan (hari)	Pertumbuhan bobot (g)		
	3 ekor L ⁻¹	4 ekor L ⁻¹	5 ekor L ⁻¹
30	0,03 ± 0,02	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,02
60	0,10 ± 0,04	0,12 ± 0,02	0,15 ± 0,07
90	0,20 ± 0,04 ^a	0,22 ± 0,03 ^a	0,26 ± 0,08 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata menurut Uji Duncan (P>0,05).

Tabel 3. Laju pertumbuhan harian pascalarva ikan lalawak di akuarium selama 90 hari pemeliharaan

Perlakuan	Pertumbuhan panjang harian (%)	Pertumbuhan bobot harian (%)
3 ekor L ⁻¹	1,16 ± 0,03 ^a	2,43 ± 0,02 ^a
4 ekor L ⁻¹	0,93 ± 0,04 ^a	2,54 ± 0,13 ^a
5 ekor L ⁻¹	1,01 ± 0,14 ^a	2,72 ± 0,32 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata menurut Uji Duncan (P>0,05)

Tabel 4. Sintasan pascalarva ikan lalawak selama 90 hari pemeliharaan

Perlakuan	Sintasan (%)
3 ekorL ⁻¹	86,76 ± 18,38 ^a
4 ekorL ⁻¹	54,90 ± 18,38 ^b
5 ekorL ⁻¹	48,04 ± 20,65 ^c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata menurut Uji Duncan (P>0,05).

Tabel 5. Biomassa dan nisbah konversi pakan pascalarva ikan lalawak selama 90 hari pemeliharaan

Perlakuan	Biomassa (g)	Nisbah konversi pakan
3 ekorL ⁻¹	8,03 ± 0,82 ^a	0,61
4 ekorL ⁻¹	6,82 ± 0,54 ^a	0,84
5 ekorL ⁻¹	9,37 ± 2,35 ^a	1,25

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata menurut Uji Duncan (P>0,05).

Tabel 6. Nilai kualitas air di akuarium selama 90 hari pemeliharaan

Variabel (Kualitas Air)	Kisaran nilai
Suhu (°C)	24-28
pH	6-7
Oksigen terlarut (mg L ⁻¹)	5,1-6,0
Alkalinitas (mg L ⁻¹)	88,4-91,1
Nitrit (mg L ⁻¹)	0,016-0,020
Nitrat (mg L ⁻¹)	0,71-1,62

Pembahasan

Perlakuan padat tebar memiliki pengaruh yang kuat pada pertumbuhan ikan. Nilai pertumbuhan ikan yang diperoleh pada perlakuan padat

tebar 5 ekorL⁻¹ memiliki bobot tubuh lebih besar 30,27% daripada perlakuan padat tebar 4 ekorL⁻¹ dan 37,71% daripada perlakuan padat tebar 3 ekorL⁻¹, sedangkan panjang ikan pada perlakuan

padat tebar 5 ekorL⁻¹ lebih besar 14,87 % daripada perlakuan padat tebar 4 ekorL⁻¹ dan lebih besar 16,13% daripada perlakuan padat tebar 3 ekor L⁻¹. Berdasarkan pengamatan selama penelitian, diduga kepadatan yang tinggi (5 ekor L⁻¹) mampu memanfaatkan ruang dan makanan dengan lebih baik sehingga berdampak positif pada pertumbuhan ikan, sedangkan rendahnya nilai pertumbuhan yang diperoleh pada kepadatan (3 ekor L⁻¹) diduga karena besarnya ruang gerak ikan sehingga semakin banyak energi yang digunakan hanya untuk mobilitas bukan untuk pertumbuhan (Rowland *et al.* 2006, Nurlaela *et al.* 2010).

Pada parameter laju pertumbuhan harian diperoleh nilai tertinggi pada perlakuan padat tebar 5 ekorL⁻¹ dengan nilai 1,01±0,14 cm dan 2,72±0,32 g. Nilai laju pertumbuhan harian yang diperoleh berbanding lurus dengan nilai pertumbuhan (panjang dan bobot) yang didapatkan, semakin tinggi nilai pertumbuhan maka semakin besar nilai laju pertumbuhan harian yang dihasilkan. Studi pada beberapa spesies menunjukkan hal yang sama, ikan mas *Cyprinus carpio* (Radona *et al.* 2012), ikan nilam *Osteochilus vittatus* (Radona *et al.* 2011), dan ikan lele *Clarias gariepinus* (Hermawan *et al.* 2012).

Pada parameter sintasan diperoleh hasil yang berbanding terbalik dengan nilai pertumbuhan. Semakin tinggi kepadatan semakin rendah nilai sintasan yang diperoleh. Rendahnya sintasan pada perlakuan padat tebar 4 dan 5 ekorL⁻¹ diduga berkaitan dengan jumlah kepadatan di atas batas toleransi. Kepadatan yang tinggi cenderung akan membuat ikan mudah menjadi stres (Jia *et al.* 2016, Rezeki *et al.* 2013). Padat tebar yang lebih banyak dapat mengakibatkan terjadinya kompetisi baik dalam hal pakan maupun pemanfaatan oksigen terlarut. Ikan-ikan yang memiliki fisik yang lebih kuat akan dominan dalam bersaing

sehingga memiliki peluang yang lebih besar dalam memperoleh pakan yang diberikan. Selain itu menurut Kholifah *et al.* (2008), padat tebar yang tinggi akan menyebabkan tingkat persaingan ruang gerak yang dapat menurunkan sintasan suatu organisme. Suhu yang relatif turun pada malam hari (24°C) bisa juga mengakibatkan ikan menjadi lebih mudah stres sehingga energi yang dihasilkan dari proses metabolisme yang digunakan untuk pertumbuhan dialihkan untuk mempertahankan diri (Diansari *et al.* 2013; Pawartining *et al.* 2003).

Parameter biomassa memperlihatkan hasil yang tidak berbeda nyata ($P>0,05$). Diperoleh nilai biomassa dan nisbah konversi pakan tertinggi pada perlakuan padat tebar 5 ekorL⁻¹ dengan nilai 9,37±2,35 g dan 1,25 (Tabel 5). Nilai nisbah konversi pakan dipengaruhi oleh daya serap dan efisiensi pakan (Allen 1974). Efisiensi pakan dipengaruhi oleh kemampuan ikan dalam memanfaatkan pakan dan jumlah pakan yang dikonsumsi (Mulyadi *et al.* 2010). Berdasarkan pengamatan yang dilakukan bahwa pemanfaatan energi pakan pada ikan dengan kepadatan 5 ekorL⁻¹ lebih efektif dengan nilai pertumbuhan yang tertinggi. Biomassa merupakan bobot semua pascalarva yang masih hidup selama akhir pemeliharaan. Biomassa sangat dipengaruhi oleh nilai sintasan populasi. Biomassa pada umumnya berbanding lurus dengan sintasan pascalarva ikan (Ath-thar *et al.* 2011).

Pengukuran kondisi air pada akuarium dilakukan untuk menunjang kegiatan pemeliharaan karena lingkungan memengaruhi keberhasilan dalam proses budi daya terutama pertumbuhan. Pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh suhu, pH, oksigen terlarut, dan alkalinitas (Oliveira *et al.* 2012). Menurut Madinawati & Yoel (2011), suhu air yang optimal akan meningkatkan aktifitas makan ikan sehingga mempercepat pertumbuhan.

Secara umum nilai parameter kualitas air yang terukur (Tabel 6) dapat mendukung sintasan dan proses pertumbuhan ikan yang dipelihara. Tidak ada perbedaan yang signifikan antara nilai kualitas air pada setiap perlakuan kepadatan. Hal ini dikarenakan penelitian dilakukan secara terkontrol di panti benih. Berdasarkan kajian ekologi menurut Yulfiperius (2006b) dan Kotellat (1993), ikan lalawak dapat hidup pada suhu 25-28 °C, pH 6-7, oksigen terlarut 3,43-6,61 mg L⁻¹, dan kadar amonia 0,095-0,19 mg L⁻¹. Lebih lanjut menurut Yulfiperius *et al.* (2006a), nilai alkalinitas yang diperoleh (> 78 mg L⁻¹) merupakan nilai yang optimal untuk proses pertumbuhan serta laju sintasan pascalarva ikan lalawak.

Simpulan

Pada ikan lalawak stadia pascalarva yang dipelihara selama 90 hari dengan padat tebar yang tinggi (5 ekor L⁻¹) dapat menurunkan nilai sintasan dan meningkatkan pertumbuhan panjang dan bobot.

Daftar pustaka

- Allen KO. 1974. Effects of stocking density and water exchange rate on growth and survival of channel catfish *Ictalurus punctatus* in circular tanks. *Aquaculture*, 4: 29-39.
- Ath-thar MHF, Prakoso VA, Gustiano R. 2011. Keragaan pertumbuhan hibridisasi empat strain ikan mas. *Berita Biologi*, 10(5): 613-620.
- Budiardi T, Irawan D, Wahjuningrum D. 2008. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup lobster capit merah (*Cherax quadricarinatus*) dipelihara pada sistem resirkulasi dengan kepadatan berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 7(2): 109-114.
- Diansari RRVR, Arini E, Elfitasari T. 2013. Pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem resirkulasi dengan filter zeolit. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(3): 37-45.
- Effendie MI. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 163 hlm.
- Hermawan AT, Iskandar, Subhan U. 2012. Pengaruh padat tebar terhadap kelangsungan hidup pertumbuhan lele dumbo (*Clarias gariepinus burch*) di kolam Kali Menir Indramayu. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 3(3): 85-93.
- Jia R, Liu BL, Feng WR, Han C, Huang B, Lei JL. 2016. Stress and immune responses in skin of turbot (*Scophthalmus maximus*) under different stocking densities. *Fish and Shellfish Immunology*, 55: 131-139.
- Joko, Muslim, Taqwa F. 2013. Pendederan larva ikan tambakan (*Helostoma temminckii*) dengan padat tebar berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 18(2): 59-67.
- Kadarini T, Sholichah L, Gladiyakti M. 2010. Pengaruh padat penebaran terhadap sintasan dan pertumbuhan ikan hias silver dollar (*Metynnis hypsauchen*) dalam sistem resirkulasi. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, Bandar Lampung, Indonesia. Jakarta, P4B. p. 409-416.
- Kholifah U, Trisyani N, Yuniar I. 2008. Pengaruh padat tebar yang berbeda terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan pada polikultur udang windu (*Penaeus monodon*) dan ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada hapa di tambak Brebes-Jawa Tengah. *Neptunus*, 14(2): 152-158.
- Kotellat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. *Freshwater fishes of western Indonesia and Sulawesi: Ikan Air Tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi*. Periplus, Jakarta. 344 p.
- Madinawati NS, Yoel. 2011. Pemberian pakan yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Media Litbang Sulteng*, 4(2): 83-87.
- Mulyadi, Usman MT, Suryani. 2010. Pengaruh frekuensi pemberian pakan yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih silais (*Ompok hypophthalmus*). *Terubuk*, 38 (2): 21-40.
- Nurlaela I, Evi T, Sulatro. 2010. Pertumbuhan ikan patin nasutus (*Pangasius nasutus*) pada padat tebar yang berbed. In: Haryanti, Imron, Rachmansyah, Sunarto A, Sugama K, Sumiarsa GS, Parenrengi A, Azwar ZI, Sudrajat A, Kristianto AH, (editor). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. Bandar Lampung, Indonesia. Jakarta, P4B. 31-36 p.
- Oliveira EG, Pinheiro AB, Oliveira VQ, Junior AR, Moraes MG, Rocha IR, Sousa RR,

- Costa FH. 2012. Effect of stocking density on the performance of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*) in cages. *Aquaculture*, 370: 96-101.
- Pawartining Y, Kadarini T, Rusmaedi, Subandiyah S. 2003. Pengaruh padat penebaran terhadap pertumbuhan dan sintasan dederan ikan nila Gift (*Oreochromis niloticus*) di kolam. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 3(2): 63-66.
- Radona D, Prakoso VA, Ath-thar MFH. 2011. Padat tebar ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipelihara secara polikultur dengan ikan nilam (*Osteochilus vittatus*) di kolam air tenang. In: Sudrajat A, Nainggolan C, Sondita F (editor). *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*. Sekolah Tinggi Perikanan, Jakarta, Indonesia. p.107-113.
- Radona D, Asih S, Huwoyon GH. 2012. Optimalisasi kepadatan benih ikan mas (*Cyprinus carpio*) strain rajadanu pada pendederan di kolam air tenang. *Berita Biologi*, 11(2): 161-166.
- Rezeki S, Hastuti S, Elfitasari T. 2013. Uji coba budidaya nila Larasati di keramba jaring apung dengan padat tebar berbeda. *Jurnal Saintek Perikanan*, 9(1): 29-39.
- Rowland SJ, Mifsud C, Nixon M, Boyd P. 2006. Effect of stocking density on the performance of the Australian freshwater silver perch (*Bidyanus bidyanus*). *Aquaculture*, 253: 301-308.
- Wedemeyer G. 2001. *Fish Hatchery Management. second edition*. American Fisheries Society. New York. 751 p.
- Yulfiperius, Toelihere MR, Affandi R, Sjafei DS. 2006a. Pengaruh alkalinitas terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan lalawak. *Biosfera*, 23(1): 38-43.
- Yulfiperius. 2006b. Domestikasi dan pengembangbiakan dalam upaya pelestarian ikan lalawak (*Barbodes* sp.). *Disertasi*, Institut Pertanian Bogor. 156 p.

Penggunaan serotonin dalam formulasi hormon pregnant mare serum gonadotropin dan antidopamin untuk menginduksi perkembangan gonad ikan ringau, *Datnoides microlepis* Bleeker, 1854

[Serotonin application in pregnant mare serum gonadotropin hormone and dopamin antagonist formulation to induce gonadal development of Indonesian tigerfish (*Datnoides microlepis* Bleeker, 1854)]

Bastiar^{1✉}, Agus Oman Sudrajat², Melta Rini Fahmi¹

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias
Jl. Perikanan No. 13 Pancoran Mas, Depok 16436

²Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB
Jalan Agatis 1, kampus IPB Dramaga 16680

Diterima: 12 Mei 2017; Disetujui: 17 Januari 2017

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan serotonin (*5-hydroxytryptamine* atau 5-HT) dalam formulasi hormon *Pregnant Mare Serum Gonadotropin* (PMSG) dan antidopamin (AD) terhadap perkembangan gonad ikan ringau. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan lima perlakuan (dosis.kg⁻¹ bobot tubuh ikan): (P1) 1 ml NaCl 0,9% (kontrol); (P2) 20 IU PMSG+10 mg AD; (P3) 20 IU PMSG+10 mg AD+0,2 mg 5-HT; (P4) 20 IU PMSG+10 mg AD+2 mg 5-HT; dan (P5) 20 IU PMSG+10 mg AD+4 mg 5-HT. Setiap perlakuan diujikan pada lima ekor ikan sebagai ulangan individu. Penyuntikan hormon dilakukan setiap 10 hari dengan lama penelitian 60 hari. Hormon disuntikkan secara intramuskular pada bagian bawah sirip punggung ikan uji. Ikan yang digunakan merupakan hasil tangkapan alam dengan ukuran panjang total 17,5-33,0 cm dan bobot tubuh 118-926 g. Selama penelitian, ikan uji diberi pakan berupa udang dan ikan-ikan kecil (hidup) dua kali sehari secara satiasi. Parameter yang diamati adalah indeks kematangan gonad, indeks hepatosomatik, konsentrasi estradiol-17 β plasma dan tingkat kematangan gonad berdasarkan morfologi dan histologi gonad. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan 2 mg 5-HT dalam 20 IU PMSG dan 10 mg AD (perlakuan P4) menghasilkan perkembangan gonad yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Nilai indeks kematangan gonad, indeks hepatosomatik, dan konsentrasi E2 plasma tertinggi diperoleh pada perlakuan P4 dengan nilai masing-masing sebesar 2,38 $\pm$ 0,06%; 3,09 $\pm$ 0,12% dan 37,14 $\pm$ 2,99 μ g.ml⁻¹. Nilai tersebut berbeda nyata ($p < 0.05$) dengan perlakuan lainnya. Perlakuan P4 meningkatkan konsentrasi E2 plasma dua kali lebih besar dibandingkan sebelum penyuntikan serta menghasilkan perkembangan gonad yang mencapai tingkat kematangan gonad tahap III.

Kata penting: ikan ringau, perkembangan gonad, PMSG, serotonin

Abstract

The objective of study was to analyze the effect of serotonin (5-HT) in the formulation of hormones Pregnant Mare Serum Gonadotropin (PMSG) and dopamin antagonist (AD) hormones to gonad development of tigerfish. This study used completely randomized design (CRD) with five treatments of hormone namely: (P1) 1 ml of 0.9% NaCl (control); (P2) 20 IU PMSG+10 mg AD; (P3) 20 IU PMSG AD+10 mg+0.2 mg 5-HT; (P4) 20 IU PMSG+10 mg AD+2 mg 5-HT; and (P5) 20 IU PMSG+10 mg AD+4 mg 5-HT. Each treatment was tested on five fish as individual replications. Hormone injected intramuscularly at the lower part of the dorsal fin of fish every 10 days. The fish were reared for 60 days. Fish that were used at this study were originate from natural catches as much as 25 fishes with 17.5–33.0 cm of total length and 118–926 g of body weight. During the study, fish fed using shrimp and small fish (live) twice daily at satiation. Measured parameters were gonadosomatic index (GSI), hepatosomatic index (HSI), 17 β -estradiol (E2) plasma concentration and gonad maturity level based on morphology and histology examination. The results showed that the use of 2 mg of 5-HT are added to 20 IU PMSG and 10 mg AD (treatment P4) has stimulated the fish to had the highest GSI (2.38 $\pm$ 0.06%) and HSI (3.09 $\pm$ 0.12%) which was significantly different to other treatment. The treatment (P4) could increase the E2 plasma concentration (37.14 $\pm$ 2.99 μ g.ml⁻¹) two fold compared with the concentration before injection and stimulated the gonadal development to stage III.

Keywords: Indonesian tigerfish, gonadal development, PMSG, serotonin

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: bastiarnurdin@gmail.com

Pendahuluan

Ikan ringau atau Indonesian tiger fish (*Datnioides microlepis*) merupakan salah satu spesies ikan hias air tawar dari famili Datnioididae yang hidup di perairan sungai dan danau di daerah Sumatera dan Kalimantan (Kottelat *et al.* 1993). Ikan ringau sangat potensial untuk dikembangkan karena termasuk salah satu ikan hias komoditas ekspor yang memiliki harga dan permintaan yang relatif cukup tinggi namun pemenuhannya masih mengandalkan hasil tangkapan dari alam. Tingginya permintaan pasar menyebabkan aktifitas penangkapannya semakin tinggi pada berbagai ukuran sehingga mengancam kelestariannya. Disamping itu kerusakan habitat akibat perubahan fungsi lahan menjadi area pertambangan, perkebunan, dan permukiman menyebabkan terjadinya penurunan populasinya bahkan menjurus kepada kepunahan. Oleh karena itu, kegiatan budi daya menjadi salah satu upaya konservasi *ex situ* untuk mencegah kepunahan, mengurangi tekanan populasi di alam, dan untuk memenuhi kebutuhan pasar ikan hias.

Keberhasilan pemijahan ikan ringau dalam lingkungan budi daya sangat bergantung pada ketersediaan induk matang gonad, namun pematangan gonad ikan ringau dalam wadah budi daya masih mengalami berbagai permasalahan. Upaya pematangan gonad ikan ringau dalam lingkungan terkontrol telah dilakukan baik melalui pendekatan lingkungan dengan merekayasa wadah pemeliharaan (Sholichah *et al.* 2010), pemeliharaan berdasarkan kelompok ukuran yang sama (Rohmy *et al.* 2012), pemeliharaan dalam media air bersalinitas rendah (Rohmy *et al.* 2014), maupun melalui pendekatan pakan dengan pemberian kombinasi berbagai jenis pakan alami (Rohmy *et al.* 2011) belum mampu merangsang perkembangan gonadnya yang dapat dipijahkan baik

secara alami maupun buatan. Permasalahan lain yang dihadapi dalam upaya pemijahan ikan ringau adalah keterbatasan ukuran induk serta kurangnya informasi tentang daur reproduksinya.

Kemampuan ikan ringau untuk memijah di alam dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan diantaranya suhu perairan, fotoperiode, curah hujan, substrat, pH, alkalinitas, arus sungai, dan kedalaman perairan (Mananos *et al.* 2009, Podhorec & Kouril 2009). Dalam wadah budi daya, beberapa faktor lingkungan yang memengaruhi fungsi reproduksi tidak tersedia sehingga ikan tidak dapat melangsungkan aktifitas reproduksinya dengan baik (Keys & Crocos 2006, Mylonas *et al.* 2010, Lorenzen *et al.* 2012). Beberapa faktor lingkungan yang berperan dalam reproduksi seperti suhu, fotoperiode, salinitas, dan substrat pemijahan dapat dimanipulasi, namun ada juga faktor lingkungan yang sulit dimanipulasi seperti alur ruaya pemijahan, kedalaman, dan tekanan air sehingga memengaruhi stimulasi reproduksi ikan (Gallego *et al.* 2012). Oleh karena itu, penggunaan hormon eksogen merupakan salah satu cara yang efektif untuk merangsang pematangan gonad pada ikan (Mylonas *et al.* 2010). Salah satu hormon yang dapat diterapkan dalam pematangan gonad ikan adalah *Pregnant Mare Serum Gonadotropin* (PMSG) (Nagahama *et al.* 1991, Gallego *et al.* 2012).

Hormon PMSG merupakan glikoprotein kompleks yang diperoleh dari serum kuda hamil yang memiliki sifat aktivitas biologis ganda sebagai hormon gonadotropin (GtH), yaitu berefek *Follicle Stimulating Hormone* (FSH) yang berperan pada proses perkembangan gonad (vitelogenesis) dan *Luteinizing Hormone* (LH) yang berperan pada proses pematangan akhir (Gallego *et al.* 2012). PMSG merangsang terjadinya lonjakan kadar GtH sehingga mempercepat terjadinya per-

kembangan gonad dan ovulasi (Bolamba *et al.* 1992). Sintesis dan sekresi hormon gonadotropin (GtH) dari kelenjar hipofisis dipengaruhi oleh neurotransmitter yang diproduksi di hipotalamus dan daerah preoptik otak ikan, yaitu dopamin. Dopamin menghambat sekresi *Gonadotropin Releasing Hormon* (GnRH) dari hipotalamus (Kreke & Dietrich 2008). Kerja dopamin dapat dihambat dengan pemberian antidopamin (AD) sehingga sekresi gonadotropin akan meningkat. Neurotransmitter lain yang berperan dalam proses perkembangan gonad adalah serotonin atau 5-hydroxytryptamine (5-HT) (Iwamatsu *et al.* 1992, Khan & Thomas 1992, Iwamatsu *et al.* 1993, Cerda *et al.* 1998a). Serotonin berperan memodulasi fungsi reproduksi ikan melalui beberapa jalur termasuk melalui area preoptic-hipotalamus, hipofisis maupun langsung bekerja pada gonad, serta bertindak dalam memberi pengaruh stimulasi pada sel gonadotropin dan menghambat sekresi dopamin sehingga meningkatkan kadar hormon gonadotropin (Somoza *et al.* 1988, Prazad *et al.* 2015). Penyuntikan hormon PMSG dan AD yang dikombinasikan dengan 5-HT diharapkan dapat memicu proses vitellogenesis dan maturasi gonad ikan ringau. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan serotonin (5-HT) dalam formulasi hormon *Pregnant Mare Serum Gonadotropin* (PMSG) dan antidopamin (AD) terhadap perkembangan gonad ikan ringau.

Bahan dan metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan bulan Mei-Agustus 2014 di Laboratorium Reproduksi, Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias (BPPBIH) Depok. Analisis konsentrasi hormon estradiol-17 β dilakukan di Laboratorium Biologi, BPPBIH dan analisis histologi gonad dilakukan

di Laboratorium Biologi Perkembangan dan Reproduksi, Fakultas MIPA Universitas Indonesia.

Bahan penelitian

Bahan penelitian yang digunakan yaitu ikan ringau (*Datniodes microlepis*) berukuran panjang total 17,5-33,0 cm dan bobot tubuh 118-926 g yang diperoleh dari pengumpul dan merupakan hasil tangkapan alam di daerah Palembang (Sumatera Selatan), hormon *Pregnant Mare Serum Gonadotropin* (PMSG) dan antidopamin (AD) serta serotonin atau 5-hydroxytryptamine (5-HT) produksi Sigma. Sebelum ditebar, masing-masing ikan uji diberi penanda (*microchip implant*) yang dipasangkan di bawah permukaan kulit bagian punggung ikan menggunakan jarum tagging.

Rancangan percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan lima perlakuan dan lima ulangan individu ikan. Perlakuan yang diujikan adalah penambahan serotonin (5-HT) dengan dosis berbeda yaitu 0; 0,2; 2; dan 4 mg ke dalam formulasi hormon 20 IU PMSG dan 10 mg AD (PMSG-AD). Kombinasi hormon perlakuan dibuat dalam bentuk larutan dan dosis penyuntikan sebesar 1 ml.kg⁻¹ bobot tubuh ikan uji. Perlakuan uji terdiri atas: (P1) larutan fisiologis (NaCl 0,9%) sebagai kontrol, (P2) PMSG-AD, (P3) PMSG-AD+0,2 mg 5-HT, (P4) PMSG-AD+2 mg 5-HT, dan (P5) PMSG-AD+4 mg 5-HT.

Pemeliharaan ikan uji dan penyuntikan hormon

Ikan dipelihara dalam bak semen berukuran 200 x 150 x 100 cm³ dengan ketinggian air 85 cm dilengkapi dengan sistem sirkulasi. Selama pemeliharaan, ikan uji diberi pakan berupa udang dan ikan kecil secara satiasi. Kondisi air media pemeliharaan selama penelitian relatif stabil de-

ngan suhu berkisar 26,3-29,9 °C, pH air berkisar 5,4-6,5; dan oksigen terlarut 7,41-7,53 mg.L⁻¹.

Penyuntikan dilakukan setiap 10 hari dengan lama pemeliharaan 60 hari. Sebelum penyuntikan, ikan terlebih dahulu dibius menggunakan *ethylene glycol monophenyl ether* dengan dosis 0,3 mL.L⁻¹ air. Kemudian dilakukan penimbangan untuk menentukan jumlah hormon yang diberikan. Penyuntikan hormon dilakukan secara intramuskular pada bagian bawah sirip punggung.

Analisis estradiol dalam plasma darah

Pengambilan sampel darah untuk mengukur konsentrasi estradiol-17β (E2) plasma dilakukan setiap 10 hari sebelum penyuntikan hormon. Darah diambil dari dorsal aorta melalui pangkal ekor sebanyak 0,8-1 ml menggunakan syringe yang telah diberi heparin. Sampel darah yang diperoleh dimasukkan kedalam mikrotube 1,5 ml selanjutnya disentrifus dengan kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit pada suhu 5°C. Plasma darah dimasukkan kedalam mikrotube baru kemudian disimpan dalam freezer (-20°C) untuk selanjutnya dilakukan pengukuran konsentrasi E2 plasma. Pengukuran konsentrasi E2 dalam plasma darah dilakukan menggunakan metode ELISA kit komersial (Catalog No. EIA 2693) yang diproduksi oleh Sigma.

Preparasi dan pengamatan histologi gonad

Preparasi histologi gonad dilakukan sebagai berikut: gonad dimasukkan dalam wadah berisi larutan bouin (campuran antara asam asetat glasial 5 ml ditambah dengan formalin 40% sebanyak 25 ml dan asam pikrat jenuh 75 ml). Selanjutnya gonad dicuci dengan air bersih dan dilakukan proses pembuatan preparat histologis mengacu pada metode Gunarso (1989). Struktur

histologis diamati menggunakan mikroskop binokuler dengan pembesaran 100 dan 400 kali.

Penentuan nilai indeks kematangan gonad, indeks hepatosomatik, dan tingkat kematangan gonad

Pada akhir penelitian dilakukan pembendaan ikan uji untuk pengamatan struktur morfologis gonad, penghitungan nilai indeks kematangan gonad (IKG) dan indeks hepatosomatik (IHS) serta tingkat kematangan gonad (TKG). Bobot gonad dan hati ikan ditimbang menggunakan timbangan digital dengan tingkat ketelitian 0,01 g. Selanjutnya dilakukan analisis IKG, IHS, dan TKG.

IKG dihitung berdasarkan perbandingan bobot gonad dengan bobot ikan uji dengan mengacu kepada rumus Effendie (2002):

$$IKG = \frac{\text{bobot ovarium/testis (g)}}{\text{bobot tubuh ikan (g)}} \times 100$$

IHS dihitung berdasarkan perbandingan bobot hati dan bobot tubuh ikan uji dengan mengacu kepada rumus Magalhaes *et al.* (2012):

$$IHS = \frac{\text{bobot hati (g)}}{\text{bobot tubuh ikan (g)}} \times 100$$

TKG ikan ringau setelah perlakuan injeksi hormon dianalisis berdasarkan hasil pengamatan struktur morfologis dan histologis gonad yang mengacu pada ikan *Perca fluviatilis* (Treasurer & Holliday 1981) seperti disajikan pada Tabel 3.

Analisis data

Nilai IKG, IHS, konsentrasi E2 plasma, dan pertumbuhan bobot dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA), dan jika terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Duncan dengan selang kepercayaan 95% menggunakan program SPSS versi 22. Hasil pengamatan struktur morfologis dan histologis gonad dianalisis secara deskriptif.

Tabel 3. Ciri-ciri perkembangan gonad ikan *Perca fluviatilis* (Treasurer & Holliday 1981)

TKG	Nama periode	Deskripsi
I	Oogonia	Dua ovarium primordial dipisahkan oleh lapisan epitel; ovarium mengandung sel primer (3,3-6,7 μm), oogonia (13,3-20,0 μm), dan oosit primer (13,3-60,0 μm)
II	Pre-vitellogenesis	Ovarium lebih berkembang: ovarium diselimuti lamella ovigerous; diameter oosit primer telah meningkat menjadi 20,0-116,6 μm
III	Perkembangan awal (vitellogenesis awal)	Oosit berkembang dan berukuran 162-346 μm ; folikel terdiri atas lapisan teka dan granulosa; chorion yang terdiri tunica propria, zona radiata dan jaringan terlihat longgar; terjadi pembentukan vesikel kuning telur
IV	Perkembangan akhir (vitellogenesis)	Struktur oosit (bagian-bagian oosit) lebih jelas, diameter oosit mencapai 773 μm ; ooplasma hampir terisi penuh dengan granula kuning telur; chorion lebih luas.

Hasil

Indeks kematangan gonad

Nilai indeks kematangan gonad (IKG) ikan uji sebelum dan setelah perlakuan penyuntikan disajikan pada Gambar 1. Nilai IKG pada awal penelitian adalah 0,12, setelah dilakukan penyuntikan hormon terjadi peningkatan IKG pada semua perlakuan. IKG tertinggi pada akhir penelitian yaitu $2,38 \pm 0,06$ terdapat pada perlakuan P4, diikuti oleh perlakuan P5 ($1,70 \pm 0,09$), P3 ($1,59 \pm 0,02$), P2 ($1,41 \pm 0,06$), dan terendah pada perlakuan P1/kontrol ($0,77 \pm 0,09$). Hal ini didukung oleh hasil analisis statistik yang menunjukkan IKG pada perlakuan P4 berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan perlakuan lainnya.

Indeks hepatosomatik

Nilai indeks hepatosomatik (IHS) selama penelitian juga mengalami peningkatan setelah penyuntikan hormon yang disajikan pada Gambar 2. Nilai IHS pada awal penelitian adalah 1,16% dan meningkat setelah penyuntikan hormon (Gambar 2). IHS tertinggi pada akhir penelitian sebesar $3,09 \pm 0,12\%$ diperoleh pada perlakuan P4, diikuti perlakuan P3 ($2,15 \pm 0,08\%$), P2 ($1,77 \pm 0,11\%$), P5 ($1,63 \pm 0,15\%$) dan terendah pada perlakuan P1/kontrol ($1,51 \pm 0,09\%$). Hal ini didukung oleh hasil analisis statistik yang me-

nunjukkan IHS pada perlakuan P4 berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan perlakuan lainnya.

Tingkat kematangan gonad

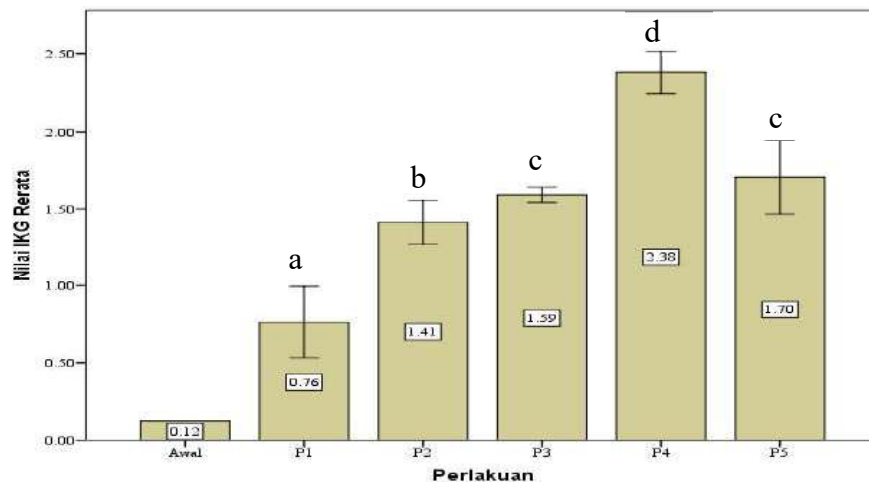
Tingkat kematangan gonad (TKG) ikan uji dianalisis berdasarkan hasil pengamatan struktur morfologis dan histologis gonad. Berdasarkan hasil pengamatan struktur morfologis gonad (Gambar 3) dan struktur histologis gonad (Gambar 4 dan 5) terlihat bahwa perkembangan gonad ikan uji paling baik diperoleh pada perlakuan P4 (PMSG-AD + 2 mg 5-HT).

Hasil pengamatan struktur morfologis gonad menunjukkan bahwa perlakuan P4 menghasilkan perkembangan gonad ikan uji yang lebih baik dengan ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Gonad ikan uji pada perlakuan P4 mengandung oosit yang terlihat dari permukaan gonad. Pada perlakuan P1 (kontrol), gonad ikan uji belum berkembang dan terlihat masih sangat tipis. Pada perlakuan P2, P3, dan P5 gonad ikan uji terlihat sudah berkembang dibandingkan dengan gonad ikan uji pada perlakuan P1 namun ukurannya lebih kecil dibandingkan gonad ikan uji pada perlakuan P4 (Gambar 3).

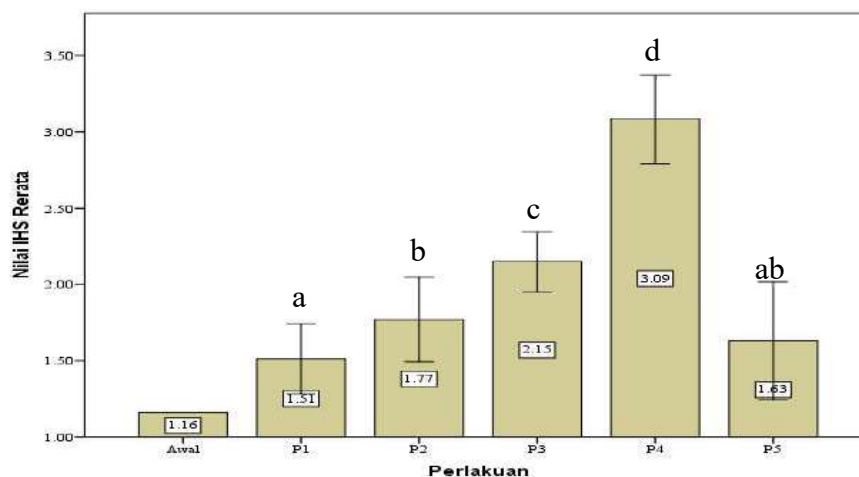
Struktur histologis gonad juga memperlihatkan bahwa perlakuan P4 memiliki struktur dan ukuran oosit yang berbeda dengan perlakuan

lainnya. Oosit pada perlakuan P4 terlihat paling berkembang, dalam hal ini inti telur (nukleus) sudah terlihat dan terdapat nukleoli di sekitar nukleus oosit (Gambar 4). Selain itu, terlihat adanya butiran lemak dan granula kuning telur pada lapisan ooplasma sebagai hasil dari proses vite-

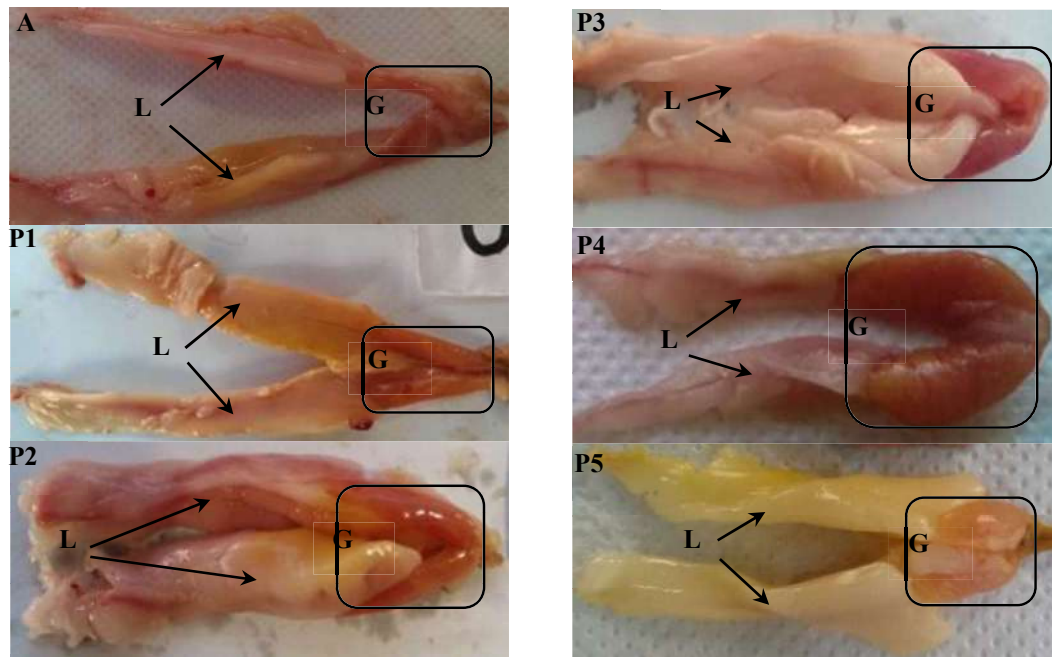
llogenesis. Ukuran oosit terbesar yang didapatkan pada perlakuan ini mencapai $\pm 250 \mu\text{m}$ dan didominasi oleh ukuran $\pm 70\text{-}100 \mu\text{m}$. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka perkembangan gonad ikan uji pada perlakuan P4 termasuk dalam tahap TKG III.



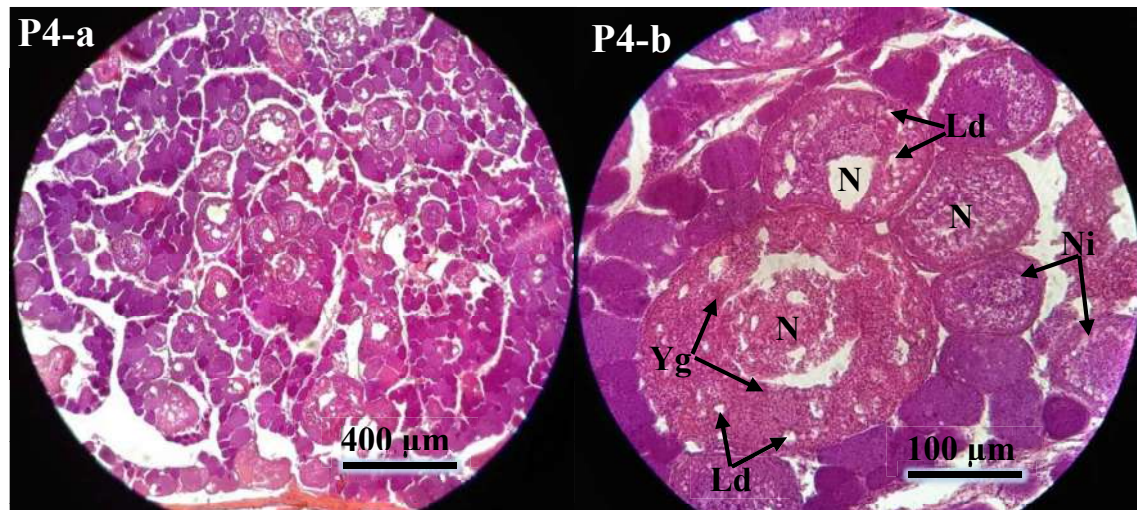
Gambar 1. Indeks kematangan gonad ikan ringau pada awal ($n=1$) dan akhir penelitian ($n=3$) dari semua perlakuan. P1: larutan NaCl 0,9% (kontrol); P2: PMSG-AD; P3: PMSG-AD+0.2 mg 5-HT; P4: PMSG-AD+2 mg 5-HT; dan P5: PMSG-AD+4 mg 5-HT. Notasi huruf yang berbeda pada masing-masing perlakuan menunjukkan nilai berbeda nyata ($p<0,05$).



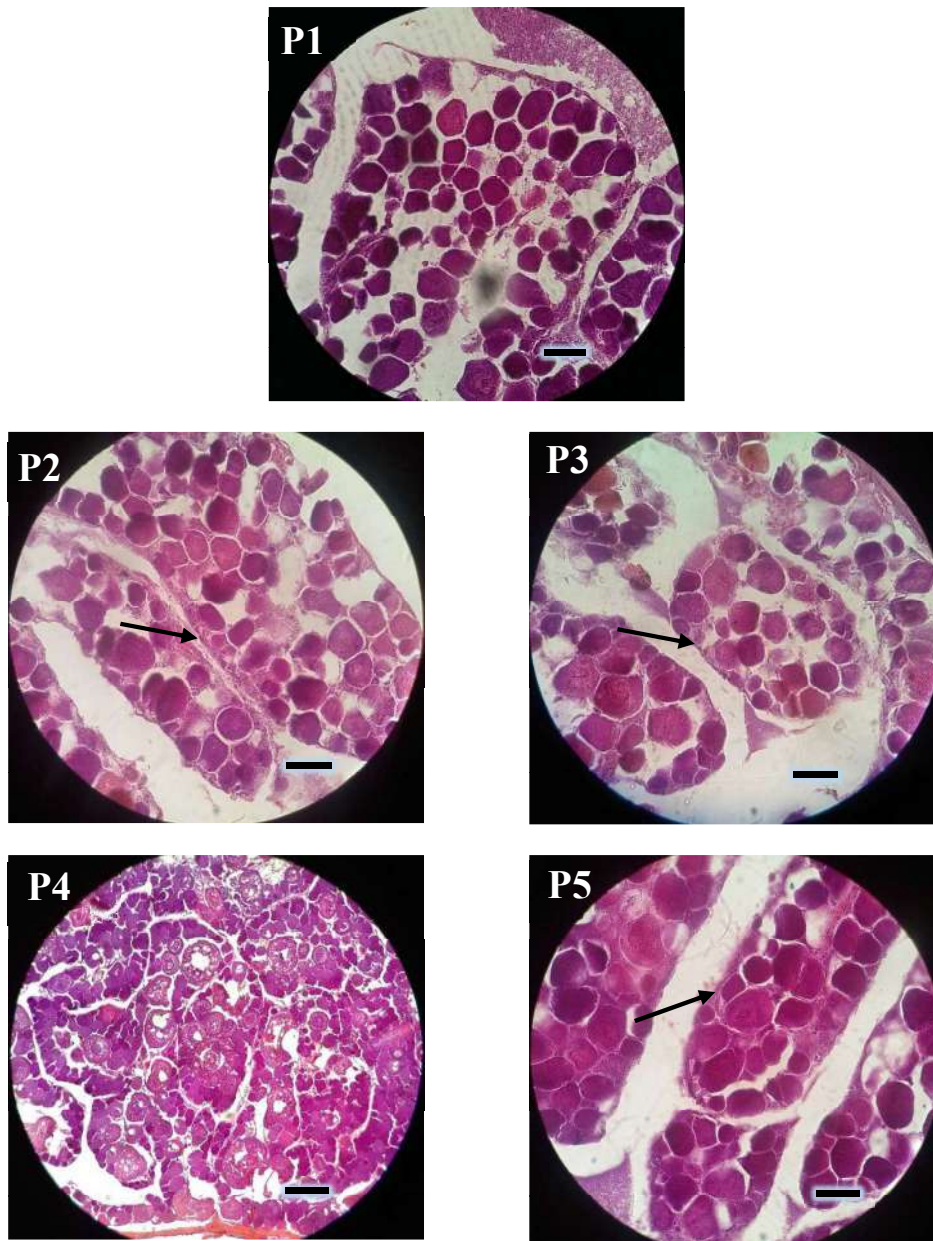
Gambar 2. Indeks hepatosomatik ikan ringau pada awal ($n=1$) dan akhir penelitian ($n=3$) semua perlakuan. P1: larutan NaCl 0,9% (kontrol); P2: PMSG-AD; P3: PMSG-AD+0.2 mg 5-HT; P4: PMSG-AD+2 mg 5-HT; dan P5: PMSG-AD+4 mg 5-HT. Notasi huruf yang berbeda pada masing-masing perlakuan menunjukkan nilai berbeda nyata ($p<0,05$).



Gambar 3. Struktur morfologis gonad ikan ringau sebelum perlakuan induksi hormon (A) dan semua perlakuan (P1, P2, P3, P4 & P5) pada akhir penelitian (hari ke-60). P1: larutan NaCl 0,9%; P2: PMSG-AD; P3: PMSG-AD+0,2 mg 5-HT; P4: PMSG-AD+2 mg 5-HT; P5: PMSG-AD+4 mg 5-HT; G: gonad; dan L: lemak.



Gambar 4. Struktur histologis gonad ikan ringau perlakuan P4 dengan perbesaran 100X (P4-a) dan perbesaran 400X (P4-b). Ni= nukleoli; N= Nukleus; Ld=butiran lemak Yg=granula kuning telur



Gambar 5. Struktur histologis gonad ikan ringau semua perlakuan pada akhir penelitian (HE perbesaran 400X (P1, P2, P3 dan P5), skala bar 50 μ m dan perbesaran 100X (P4), skala bar 200 μ m). P1: larutan NaCl 0,9%; P2: PMSG-AD; P3: PMSG-AD+0.2 mg 5-HT; P4: PMSG-AD+2 mg 5-HT; dan P5: PMSG-AD+4 mg 5-HT. Tanda panah: lamella ovigerous

Pada perlakuan P1 (kontrol), gonad mengandung oosit (oogonia dan oosit primer) dengan ukuran $\pm 10-40 \mu$ m dan didominasi oleh ukuran $\pm 25 \mu$ m. Pada perlakuan ini, tingkat kematangan gonad masih berada pada tahap TKG I. Pada perlakuan penyuntikan hormon lainnya baik dengan PMSG-AD (P2) maupun yang dikombinasikan dengan 5-HT dengan dosis 0,2 mg (P3)

dan 4 mg (P5), tingkat kematangan gonad ikan uji yang didapatkan berada pada tahap TKG II. Pada tahap ini, ukuran oosit sudah lebih berkembang (diameter $\pm 20-65 \mu$ m) dibandingkan dengan perlakuan P1. Ukuran terbesar diameter oosit yang teramati pada ketiga perlakuan tersebut (P2, P3 dan P5) sebesar $\pm 65 \mu$ m, namun inti telur belum terlihat dengan jelas (Gambar 5).

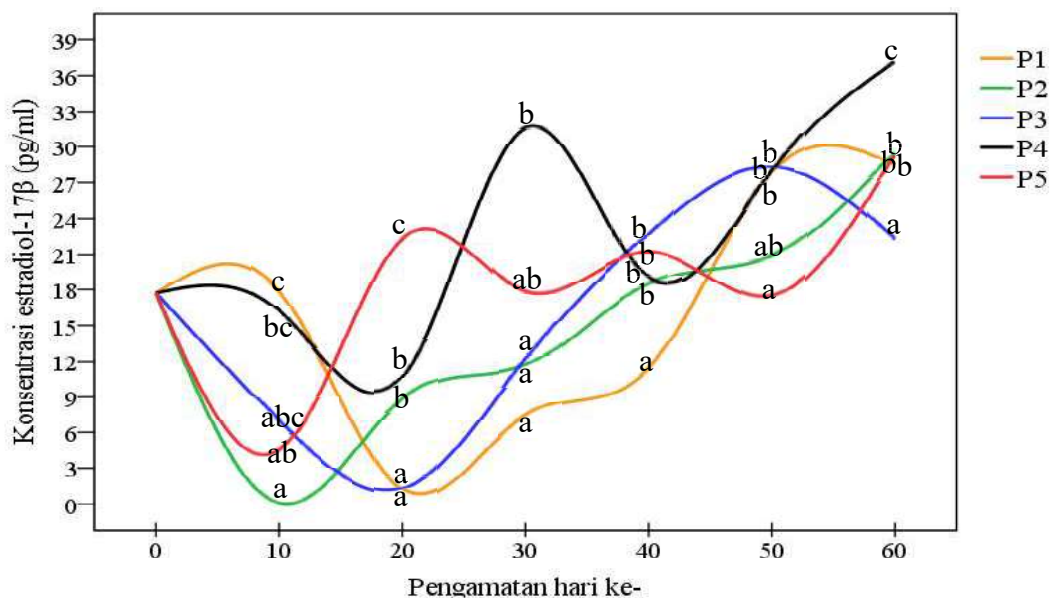
Konsentrasi estradiol-17 β (E2) plasma

Pada awal penelitian (sebelum perlakuan penyuntikan), konsentrasi E2 rata-rata didapatkan sebesar $17,70 \pm 3,99 \text{ pg.ml}^{-1}$. Pada hari ke-10 hingga ke-20, secara umum terjadi penurunan konsentrasi E2 pada semua perlakuan. Konsentrasi E2 tertinggi pada hari ke-10 terjadi pada perlakuan P1 ($17,81 \pm 6,07 \text{ pg.ml}^{-1}$) dan terendah pada perlakuan P2 ($0,14 \pm 0,00 \text{ pg.ml}^{-1}$). Pada hari ke-20, konsentrasi E2 tertinggi terjadi pada perlakuan P5 ($22,25 \pm 8,28 \text{ pg.ml}^{-1}$) dan terendah pada perlakuan P1 ($2,28 \pm 0,87 \text{ pg.ml}^{-1}$). Pada hari ke-30, konsentrasi E2 sudah mulai meningkat dibandingkan hasil pengamatan sebelumnya. Namun nilainya masih lebih kecil bila dibandingkan dengan sebelum perlakuan penyuntikan (awal) kecuali pada perlakuan P4. Peningkatan konsentrasi E2 dengan nilai yang relatif lebih tinggi dibandingkan sebelum penyuntikan mulai terjadi pada

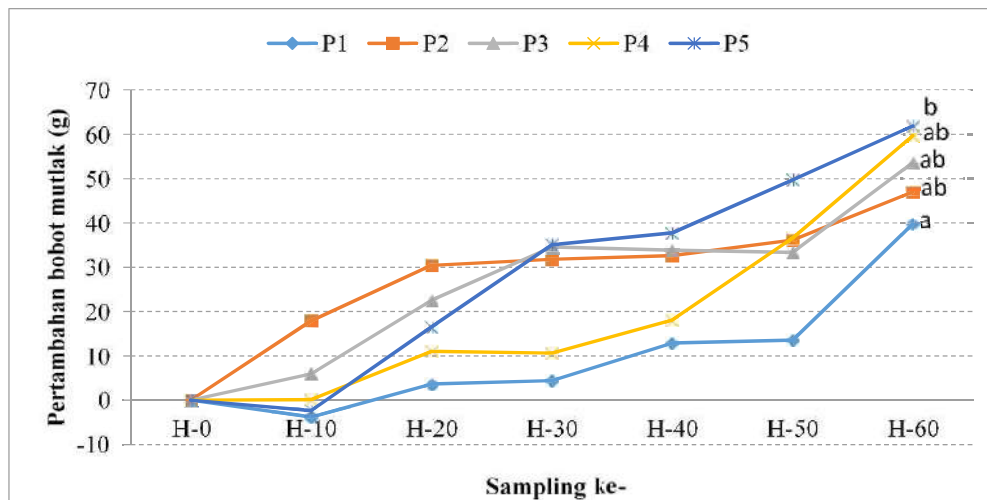
hari ke-40 kecuali pada perlakuan P1. Pada hari ke-50 dan ke-60, secara umum konsentrasi E2 semakin meningkat pada semua perlakuan meskipun terjadi fluktuasi pada hari ke-60. Konsentrasi E2 tertinggi pada hari ke-60 diperoleh pada perlakuan P4 ($37,14 \pm 2,99 \text{ pg.ml}^{-1}$), diikuti perlakuan P2 ($29,46 \pm 2,00 \text{ pg.ml}^{-1}$), kemudian perlakuan P5 ($29,24 \pm 3,29 \text{ pg.ml}^{-1}$), P1 ($28,48 \pm 2,74 \text{ pg.ml}^{-1}$), dan terendah perlakuan P3 ($22,25 \pm 3,22 \text{ pg.ml}^{-1}$). Berdasarkan analisis statistik, konsentrasi E2 perlakuan P4 pada akhir penelitian berbeda nyata ($p < 0.05$) dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Gambar 6).

Pertumbuhan bobot

Hasil pengamatan pertumbuhan bobot pada semua perlakuan selama penelitian disajikan pada Gambar 7. Pertumbuhan bobot ikan uji yang diberi perlakuan hormon (P2, P3, P4 dan P5) lebih baik dibandingkan dengan tanpa perla-



Gambar 6. Pola konsentrasi estradiol-17 β (E2) dalam darah ikan ringau sebelum (hari ke-0) dan sesudah induksi hormon (hari ke-10 sampai 60). P1: larutan NaCl 0,9%; P2: PMSG-AD; P3: PMSG-AD+0.2 mg 5-HT; P4: PMSG-AD+2 mg 5-HT; dan P5: PMSG-AD+4 mg 5-HT. Notasi huruf yang berbeda pada setiap waktu pengamatan menunjukkan nilai berbeda nyata ($p < 0,05$)



Gambar 7. Pertumbuhan bobot ikan ringau setiap perlakuan selama penelitian (n=3). P1: larutan NaCl 0,9%; P2: PMSG-AD; P3: PMSG-AD+0.2 mg 5-HT; P4: PMSG-AD+2 mg 5-HT; dan P5: PMSG-AD+4 mg 5-HT. Notasi huruf yang berbeda menunjukkan nilai pertumbuhan bobot berbeda nyata ($p < 0.05$) pada pengamatan hari ke-60.

kuan hormon/kontrol (P1). Nilai pertumbuhan bobot tertinggi pada akhir penelitian diperoleh pada perlakuan P5 ($61,87 \pm 10,30$ g) dan diikuti oleh perlakuan P4 ($59,67 \pm 1,48$ g), P3 ($53,57 \pm 13,61$ g), P2 ($47,00 \pm 15,44$ g) dan terendah pada perlakuan P1 kontrol ($39,77 \pm 7,13$ g). Secara statistik, pertumbuhan bobot pada perlakuan P5 berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan perlakuan P1 (kontrol) namun tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan perlakuan induksi hormon lainnya (P2, P3, dan P4).

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan parameter indeks kematangan gonad, indeks hepatosomatik, konsentrasi estradiol-17 β , struktur morfologis dan histologis gonad, perlakuan penyuntikan PMSG-AD yang dikombinasikan dengan 2 mg serotonin (5-HT) (perlakuan P4) merupakan perlakuan terbaik pada penelitian ini. Pada perlakuan P4, nilai masing-masing parameter perkembangan gonad yang didapatkan merupakan nilai tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Peng-

gunaan kombinasi hormon perlakuan P4 meningkatkan nilai IKG dari 0,76 (kontrol) menjadi 2,38 (Gambar 1) dan nilai IHS dari 1,51% (kontrol) menjadi 3,09% (Gambar 2). Peningkatan konsentrasi E2 pada perlakuan P4 yaitu sebesar 19,44 $\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ (109,83%) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan P1 (kontrol) yaitu sebesar 10,78 $\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ (60,90%) (Gambar 6) sehingga perlakuan P4 menghasilkan perkembangan gonad paling baik hingga mencapai TKG III (Gambar 4).

Penggunaan hormon PMSG dan AD dapat meningkatkan kinerja reproduksi beberapa spesies ikan. FSH yang terdapat dalam hormon PMSG bekerja pada lapisan teka oosit untuk merangsang terjadinya sintesis testosteron. Dalam lapisan granulosa, testosteron diubah oleh enzim aromatase menjadi E2 yang selanjutnya diangkut ke hati dan merangsang hati untuk mensintesis vitellogenin (Yaron & Levavi-Sivan 2011). Antidopamin (AD) merupakan bahan kimiawi yang berfungsi menghambat kerja dopamin. Dopamin merupakan neurotransmitter yang bekerja menghambat sekresi GnRH (FSHRH) dari hipotala-

mus (Cerde-Reverter & Canosa 2009, Kah 2009, Van der Kraak 2009), menghambat sekresi FSH dari pituitari dan dari sel gonadotropin melalui reseptor dopamin D2 (Vacher *et al.* 2000, Vacher *et al.* 2002) serta menghambat pematangan gonad melalui aksinya sebagai faktor penghambat pelepasan gonadotropin (*Gonadotropin release-inhibiting factor*/GRIF) (Dufour *et al.* 2005). Dengan penambahan antidopamin maka sekresi FSHRH dapat meningkat dan memengaruhi terjadinya proses vitellogenesis.

Hormon PMSG dan AD telah digunakan pada beberapa spesies ikan untuk merangsang perkembangan gonadnya. Penggunaan PMSG 5 IU.kg⁻¹ bobot tubuh melalui penyuntikan mampu mempercepat proses pematangan gonad dan meningkatkan indeks kematangan gonad ikan lele dumbo *Clarias* sp. (Mayasari 2012); memacu pembentukan oosit dan pematangan gonad ikan *Tor soro* muda dengan dosis pemberian 4 IU.kg⁻¹ bobot tubuh (Wahyuningsih 2012); dan meningkatkan kadar E2, IGS, IHS, diameter telur serta meningkatkan perkembangan gonad hingga TKG IV belut (*Monopterus albus*) dengan pemberian 20 IU PMSG dan 0,01 mg antidopamin per kg bobot tubuhnya (Putra 2013). Pada penelitian ini, penggunaan 20 IU PMSG dan 10 mg AD (perlakuan P2) pada ikan ringau (*Datnioides microlepis*) melalui penyuntikan secara intramuskular dapat meningkatkan nilai IKG dan IHS dibandingkan tanpa pemberian hormon (kontrol/P1). Namun demikian, penambahan serotonin (5-HT) ke dalam formulasi hormon tersebut (perlakuan P3, P4 dan P5) dapat menghasilkan nilai IKG, IHS, konsentrasi E2, dan tingkat kematangan gonad yang relatif lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa serotonin (5-HT) memiliki peranan dalam merangsang proses perkembangan gonad ikan ringau pada penelitian ini.

Serotonin (5-HT) telah digunakan pada beberapa spesies organisme akuatik untuk merangsang perkembangan gonadnya. Serotonin (5-HT) dapat menginduksi pematangan oosit kerang zebra *Dreissena polymorpha* (Fong *et al.* 1994), meningkatkan indeks ovarium dan ukuran oosit lobster merah *Procambarus clarkii* (Kulkarni *et al.*, 1992), merangsang perkembangan ovarium dan testis kepiting rawa *Uca pugilator* (Richardson *et al.*, 1991), merangsang sekresi GnRH pada ikan Croaker Atlantik *Micropogonias undulatus* (Khan & Thomas 1992), ikan komet *Carassius auratus* (Somoza *et al.* 1988) dan ikan mas Prusia *Carassius gibelio* Bloch (Sokolowska-Mikolajczyk *et al.* 2015), menginduksi sekresi GnRH pada ikan mas *Ciprinus carpio* (Yu *et al.* 1991) dan ikan *Pagrus major* (Senthilkumaran *et al.* 2001), serta meningkatkan produksi estradiol-17 β pada ikan medaka *Oryzias latipes* (Iwamatsu *et al.* 1993).

Penambahan serotonin (5-HT) dengan dosis tertentu dalam kombinasi hormon perlakuan pada penelitian ini tampaknya memberikan efek positif terhadap perkembangan gonad ikan ringau dengan memengaruhi kinerja sel gonadotropin dalam melepaskan GnRH. Pada penelitian ini, penambahan 2 mg 5-HT per-kg bobot tubuh ikan ringau merupakan dosis terbaik dalam kombinasinya dengan 20 IU PMSG dan 10 mg AD (perlakuan P4). Penambahan 0,2 mg 5-HT dalam kombinasi hormon perlakuan P3 belum memberikan hasil yang maksimal. Hal ini dapat dilihat dari nilai IKG, IHS, konsentrasi E2, dan tingkat perkembangan gonadnya yang masih rendah. Nilai IKG (1,59 $\pm$ 0,02%), IHS (2,15 $\pm$ 0,08%), dan konsentrasi E2 (29,24 $\pm$ 3,29 μ g.ml⁻¹) pada perlakuan P3 lebih rendah dibandingkan IKG (2,38 $\pm$ 0,06%), IHS (3,09 $\pm$ 0,12%), dan konsentrasi E2 (37,14 $\pm$ 2,99 μ g.ml⁻¹) pada perlakuan P4. Demikian pula dengan tingkat perkembangan gonad-

nya. Pada perlakuan P3 perkembangan gonad ikan uji masih dalam tahap pre-vitellogenesis (TKG II), sedangkan pada perlakuan P4 gonad ikan uji sudah memasuki TKG III yang ditandai dengan terdapatnya butiran lemak dan granula kuning telur dalam ooplasma (Gambar 5). Hal ini menunjukkan bahwa proses vitellogenesis telah terjadi pada ikan uji perlakuan P4. Vitellogenesis merupakan proses pembentukan bakal kuning telur (vitellogenin) yang terjadi di hati kemudian dibawa oleh aliran darah menuju gonad dan secara selektif terjadi penyerapan oleh lapisan folikel oosit (Lubzens *et al.* 2010).

Pada penambahan dosis 5-HT yang lebih besar (4 mg.kg^{-1} bobot tubuh) dalam kombinasi hormon pada perlakuan P5 ternyata tidak memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan pada perlakuan P4. Pada perlakuan ini, gonad ikan uji masih dalam periode pre-vitellogenesis (TKG II) dengan nilai IKG sebesar $1,70 \pm 0,09$; nilai IHS sebesar $1,63 \pm 0,15\%$ serta konsentrasi E2 sebesar $22,25 \pm 8,28 \text{ } \mu\text{g.ml}^{-1}$ pada akhir penelitian. Nilai parameter perkembangan gonad tersebut lebih rendah dibandingkan dengan hasil yang diperoleh pada perlakuan P4. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh jumlah 5-HT dalam kombinasi hormon yang digunakan pada perlakuan ini melebihi kebutuhan ikan sehingga diduga memberikan efek negatif terhadap kinerja sel gonadotropin dalam tubuh ikan ringau. Kelebihan serotonin dalam tubuh ikan dikurangi melalui oksidase monoamine (Kreke & Dietrich 2008) dan dikeluarkan oleh tubuh melalui sistem ekskresi (Mylonas *et al.* 2010). Menurut Cerda *et al.* (1998a), efek negatif 5-HT terhadap pematangan oosit terutama pada pembelahan miosis sangat bergantung pada masuknya tahap akhir pertumbuhan oosit menuju pematangan yang diaktifkan oleh steroid yang menginduksi pematangan (*Maturation-inducing Steroid/MIS*). Pada ikan *Fundulus*

heteroclitus 5-HT yang diberikan secara *in vitro* dengan dosis 10^{-4} M ($\sim 0,213 \text{ mg}$) dapat menghambat pematangan oosit (Cerda *et al.* 1998b). Pada ikan ringau yang diamati pada penelitian ini, efek negatif 5-HT diduga terjadi pada dosis yang lebih tinggi yaitu 4 mg (perlakuan P5). Namun berbeda halnya pada ikan kakap Atlantik (*Micropogonias undulatus*); dosis 5-HT yang lebih besar yaitu $20 \text{ } \mu\text{g.g}^{-1}$ ($\sim 20 \text{ mg.kg}^{-1}$) yang diberikan bersamaan dengan LHRHa 20 ng.g^{-1} ($\sim 0,02 \text{ mg.kg}^{-1}$) melalui penyuntikan intraperitoneal tidak memberikan reaksi negatif, pada dosis tersebut 5-HT dapat meningkatkan kadar gonadotropinnya (Khan & Thomas 1992). Adanya perbedaan perkembangan gonad yang didapatkan dari penggunaan serotonin pada beberapa spesies ikan tampaknya berhubungan dengan tingkat kematangan individu ikan tersebut serta kebutuhan 5-HT pada masing-masing spesies ikan yang berbeda-beda. Kreke & Dietrich (2008) menyatakan bahwa 5-HT memberikan pengaruh pada organ target serta jalur yang berbeda dan tampaknya spesifik berdasarkan spesies dan mungkin juga bergantung pada jenis kelamin dan atau tingkat perkembangan dan reproduksi individu ikan.

Pada pengamatan pertumbuhan bobot ikan uji, diperoleh nilai tertinggi pada akhir penelitian pada perlakuan P5 (PMSG-AD + 4 mg 5-HT) yaitu sebesar $61,87 \pm 10,30 \text{ g}$. Nilai ini relatif lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan P4 (PMSG-AD + 2 mg 5-HT) yaitu sebesar $59,67 \pm 1,48 \text{ g}$, namun secara statistik kedua nilai tersebut tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Secara umum, pertumbuhan bobot ikan uji pada perlakuan P5 tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan semua perlakuan injeksi menggunakan hormon baik PMSG dan AD (P2) maupun yang ditambahkan dengan serotonin (5-HT) sebesar $0,2 \text{ g}$ (P3) dan 2 g (P4), namun berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan perlakuan kontrol. Hal ini berhubungan

dengan perkembangan gonad ikan ringau yang diberi perlakuan penyuntikan hormon (P2, P3, P4, dan P5) yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P1). Effendie (2002) menyatakan bahwa bobot tubuh induk ikan betina akan meningkat seiring dengan perkembangan gonadnya. Perkembangan gonad pada perlakuan penyuntikan hormon (P2, P3 P4 dan P5) lebih baik dengan kematangan gonad berada pada TKG II-III dibandingkan perlakuan kontrol (P1) dengan gonadnya yang masih belum berkembang dan berada pada TKG I (Gambar 4).

Simpulan

Penyuntikan ikan ringau dengan serotonin (5-HT) sebanyak 2 mg yang dtambahkan ke dalam hormon *Pregnant Mare Serum Gonadotropin* sebanyak 20 IU dan antidopamin 10 mg untuk setiap 1 kg bobot tubuhnya dapat meningkatkan nilai indeks kematangan gonad, indeks hepatosomatik, konsentrasi estradiol-17 β (E2), dan menghasilkan perkembangan gonad paling baik hingga mencapai TKG III. Peningkatan dosis serotonin menjadi 4 mg dalam kombinasi hormon tersebut dapat memberikan efek negatif terhadap kinerja sel gonadotropin dalam melepaskan GnRH sehingga perkembangan gonad ikan tidak maksimal.

Persantunan

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pimpinan Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias, Depok yang telah menyediakan sarana dan prasarana serta dukungan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Sawung Cindelaras, Bapak Acep Sutisna, Ibu Dinar Tri Agustina beserta rekan yang lain yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini. Makalah ini merupakan bagian dari tesis

dengan judul “Induksi maturasi ikan ringau (*Datnioides microlepis*) secara hormonal”.

Daftar pustaka

- Bolamba D, Mattont P, Estrada R, Dufour JJ. 1992. Effects of pregnant mare's serum gonadotropin treatment on follicular populations and ovulation rates in prepubertal gilts with two morphologically different ovarian types. *Journal of Animal Science*, 70(6): 1916-1922.
- Cerda J, Reich G, Wallace RA, Selman K. 1998a. Serotonin inhibition of steroid-induced meiotic maturation in the teleost *Fundulus heteroclitus*: Role of cyclic AMP and protein kinases. *Molecular Reproduction and Development*, 49(3): 333–341.
- Cerda J, Subhedar N, Reich G, Wallace RA, Selman K. 1998b. Oocyte sensitivity to serotonergic regulation during the follicular cycle of the teleost *Fundulus heteroclitus*. *Biology of Reproduction*, 59(1): 53–61.
- Cerda-Reverter JM, Canosa LF. 2009. Neuroendocrine systems of the fish brain. In: Bernier NJ, Van der Kraak G, Farrell AP, Brauner CJ (eds.). *Fish Physiology volume 28: Fish Neuroendocrinology*. Academic Press. Burlington. p 3–74.
- Dufour S, Weltzien F-A, Sebert M-E, Le Belle N, Vidal B, Vernier P, Pasqualini C. 2005. Dopaminergic inhibition of reproduction in teleost fishes, ecophysiological and evolutionary implications. *Annals NewYork Academy Science*, 1040: 9–21.
- Effendie MI. 2002. *Biologi perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 163 hlm.
- Fong PP, Kyozuka K, Abdelghani H, Hardege JD, Ram JL. 1994. *In vivo* and *in vitro* induction of germinal vesicle breakdown in a freshwater bivalve, the zebra mussel *Dreissena polymorpha* (Pallas). *The Journal of Experimental Zoology*, 269(5): 467–474.
- Gallego V, Mazzeo I, Vilchez MC, Peñaranda DS, Carneiro PCF, Pérez 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*, 354–355: 7–16.
- Gunarso W. 1989. *Mikroteknik*. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 117 hlm.

- Iwamatsu T, Toya Y, Ouchi H, Aoyama T, Yoneima J, Kondo T, Imai K, Hattori H, Ikegami S, Onda M. 1992. Characterization of a low molecular weight factor in chicken serum with oocyte maturation-inducing activity. *Biomedical Research*, 13(6): 429–437.
- Iwamatsu T, Toya Y, Sakai N, Terada Y, Nagata R, Nagahama Y. 1993. Effect of 5-hydroxytryptamine on steroidogenesis and oocyte maturation in preovulatory follicles of the medaka, *Oryzias latipes*. *Development, Growth & Differentiation* 35(6): 625–630.
- Kah O. 2009. Endocrine targets of the hypothalamus and pituitary. In: Bernier NJ, Van der Kraak G, Farrell AP, Brauner CJ (eds.). *Fish Physiology volume 28: Fish Neuroendocrinology*. Academic Press. Burlington. pp 75–112.
- Keys SJ, Crocos PJ. 2006. Domestication, growth and reproductive performance of wild, pond and tank-reared brown tiger shrimp *Penaeus esculentus*. *Aquaculture*, 257(1-4): 232–240.
- Khan IA, Thomas P. 1992. Stimulatory effects of serotonin on maturational gonadotropin release in the Atlantic croaker, *Micropogonias undulatus*. *General and Comparative Endocrinology*, 88(3): 388–396.
- Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Editions. Jakarta 158 p.
- Kreke N, Dietrich DR. 2008. Physiological endpoints for potential SSRI interactions in fish. *Critical Reviews in Toxicology*, 37(3): 215-247.
- Kulkarni GK, Nagabhushanam R, Amaldoss G, Jaiswal RG, Fingerman M. 1992. In vivo stimulation of ovarian development in the red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard), by 5-hydroxytryptamine. *Invertebrate Reproduction and Development*, 21(3): 231-239.
- Lorenzen K, Beveridge MCM, Mangel M. 2012. Cultured fish: integrative biology and management of domestication and interactions with wild fish. Cambridge Philosophical Society. *Biological Reviews*, 87(3): 639–660.
- Lubzens E, Young G, Bobe J, Cerda J. 2010. Oogenesis in teleost: how fish eggs are formed. *General and Comparative Endocrinology*, 165(3): 367-389.
- Magalhaes T, Mossolin EC, Mantelatto FL. 2012. Gonadosomatic and hepatosomatic indexes of the freshwater shrimp *Macrobrachium olfersii* (Decapoda, Palaemonidae) from São Sebastião Island, Southeastern Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 7(1): 1-9.
- Mananos E, Duncan N, Mylonas C. 2009. Reproduction and control of ovulation, spermiation and spawning in cultured fish. In: Cabrita E, Robles V, Herraez P (eds.). *Methods in Reproductive Aquaculture: Marine and Freshwater Species*. CRC Press, Florida. p 3-80.
- Mayasari N. 2012. Pemacuan kematangan gonad ikan lele dumbo (*Clarias* sp.) betina dengan kombinasi hormon pmsg dan *Spirulina*. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 85 hlm.
- Mylonas CC, Fostier A, Zanuy S. 2010. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *General and Comparative Endocrinology*, 165(3): 516–534.
- Nagahama Y, Matsuhisa A, Iwamatsu T, Sakai N, Fukada S. 1991. A mechanism for the action of pregnant mare serum gonadotropin on aromatase activity in the ovarian follicle of the medaka, *Oryzias latipes*. *The Journal of Experimental Zoology*, 259(1): 53-58.
- Podhorec P, Kouril J. 2009. Induction of final oocyte maturation in cyprinidae fish by hypothalamic factors: A review. *Veterinari Medicina*, 54(3): 97-110.
- Prazad P, Ogawa S, Parhar IS. 2015. Review: Role of serotonin in fish reproduction. *Frontiers in Neuroscience* 19(9): 1-9.
- Putra WKA. 2013. Induksi maturasi belut sawah (*Monopterus albus*) secara hormonal. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 54 hlm.
- Richardson HG, Deecaraman M, Fingerman M. 1991. The effect of biogenic amines on ovarian development in the fiddler crab, *Uca pugilator*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 99(1/2): 53-56.
- Rohmy S, Solichah L, Satyani D. 2011. Perkembangan reproduksi dan stimulasi hormonal ikan hias tigerfish (*Danio* sp.) di lingkungan budidaya. In: Nainggolan C, Sondita FM, Sudrajat A, Maseangi S, Sipahutar YH, Saifurridal (ed.). *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia 2011*. Sekolah Tinggi Perikanan. Jakarta. p. 316-322.

- Rohmy S, Satyani D, Cindelar S, Himawan Y. 2012. Perkembangan gonad ikan hias tigerfish (*Datnioides microlepis*) pada tiga kelompok ukuran berbeda. In: Haryanti, Rachmansyah, Sugama K, Parenrengi A, Sudrajat A, Imron, Sunarto A, Sumiarsa GS, Azwar ZI, Kristanto AH (ed.). *Indo-aqua-Forum inovasi teknologi akuakultur 2012*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya, BRKP-KKP. Jakarta. p. 369-379.
- Rohmy S, Satyani D, Cindelar S, Himawan Y. 2014. Perkembangan gonad ikan ringau (*Datnioides microlepis*) pada salinitas berbeda. In: Sugama K, Kusnendar E, Rachmansyah, Giri NA, Yuhana M, Kristanto AH, Imron, Radiarta IN, Dewi RRSPS (ed.). *Forum inovasi teknologi akuakultur 2014*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya, BRKP-KKP. Jakarta. p. 253-259.
- Senthilkumaran B, Okuzawa K, Gen K, Kagawa H. 2001. Effects of serotonin, GABA and neuropeptide Y on seabream gonadotropin releasing hormone release in vitro from preoptic-anterior hypothalamus and pituitary of red seabream, *Pagrus major*. *Journal of Neuroendocrinology* 13(5): 395-400.
- Sholichah L, Subandiyah S, Satyani D. 2010. Siklus reproduksi tahunan ikan ringau, tiger fish (*Datnioides quadrifasciatus*) di lingkungan budidaya akuarium dan bak. In: Sudrajat A, Rachmansyah, Hanafi A, Azwar ZI, Imron, Kristanto AH, Chumaidi, Insan I (ed.). *Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2010*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya, BRKP-KKP. Jakarta. p 417-424.
- Sokolowska-Mikolajczyk M, Gajdzinski D, Gosiewski G, Socha M. 2015. Serotonin, GnRH-A, and dopamin interaction in the kontrol of in vivo luteinizing hormon release in Prussian carp (*Carassius gibelio* Bloch) at the time of gonad recrudescence. *Czech Journal of Animal Science*, 60(2): 45-51.
- Somoza GM, Yu KL, Peter RE. 1988. Serotonin stimulates gonadotropin release in female and male goldfish, *Carassius auratus* L. *General and Comparative Endocrinology*, 72(3): 374-382.
- Treasurer JW, Holliday FGT. 1981. Some aspects of the reproductive biology of perch *Perca fluviatilis* L. A histological description of the reproductive cycle. *Journal of Fish Biology*, 18(3): 359-376.
- Vacher C, Mananos E, Breton B, Marmignon M-H, Saligaut C. 2000. Modulation of pituitary dopamine D1 or D2 receptors and secretion of both FSH and LH during the annual reproductive cycle of female rainbow trout. *Journal of Neuroendocrinology*, 12(12): 1219-1226.
- Vacher C, Ferriere F, Marmignon M-H, Pellegrini E, Saligaut C. 2002. Dopamine D2 receptors and secretion of FSH and LH: role of sexual steroids on the pituitary of the female rainbow trout. *General and Comparative Endocrinology*, 127(2): 198-206.
- Van der Kraak G. 2009. The GnRH system and the neuroendocrine regulation of reproduction. In: Bernier NJ, Van der Kraak G, Farrell AP, Brauner CJ (eds.). *Fish Physiology volume 28: Fish Neuroendocrinology*. Academic Press. Burlington. pp. 115-149.
- Wahyuningsih H. 2012. Induksi buatan pada perkembangan gonad ikan *Tor soro*. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 94 hlm.
- Yu KL, Rosenblum PM, Peter RE. 1991. In vitro release of gonadotropin-releasing hormone from the brain p-anterior hypothalamic region and pituitary of female goldfish. *General and Comparative Endocrinology*, 81(2): 256-267.
- Yaron Z, Levavi-Sivan B. 2011. Endocrine regulation of fish reproduction. In: Farrell AP (ed.). *Encyclopedia of Fish Physiology: from genome to environment*. San Diego, Academic Press 2: 1500-1508.

Makanan ikan seriding, *Ambassis nalua* (Hamilton, 1822) di Teluk Pabean, Jawa Barat

[Diet of scalloped perchlet, *Ambassis nalua* (Hamilton, 1822) in Pabean Bay, West Java]

Eda Putri Santi✉, M. F. Rahardjo, Sulistiono

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

Diterima: 03 Oktober 2016; Disetujui: 10 Januari 2017

surel: edapoetry@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jenis makanan ikan seriding (*Ambassis nalua*) menurut waktu dan ukuran panjang ikan. Penelitian dilaksanakan di perairan Teluk Pabean, Indramayu dari bulan Juli hingga Desember 2015. Penangkapan ikan dilakukan pada tiga zona, yaitu bagian dalam yang berupa muara sungai, bagian tengah, dan bagian luar estuari dengan interval satu bulan. Alat tangkap yang digunakan adalah sero dan jaring. Analisis makanan menggunakan Indeks Bagian Terbesar. Jumlah ikan seriding yang diamati saluran pencernaannya adalah 407 ekor dengan komposisi betina 283 ekor, jantan 118 ekor, dan yuwana 6 ekor. Ikan seriding merupakan ikan karnivora dengan menu makanan terdiri atas empat kelompok organisme yaitu krustase, yuwana ikan, amfipoda, dan isopoda. Ikan seriding menunjukkan menu makanan utama yang sama yaitu krustase baik berdasarkan waktu maupun ukuran ikan.

Kata penting: *Ambassis nalua*, indeks bagian terbesar, menu makanan

Abstract

The objective of the present study was to describes the diet of scalloped perchlet (*Ambassis nalua*) based on the time and fish length. This study was conducted from July to December 2015 in Pabean Bay, Indramayu. The fish were collected monthly in three zones *i.e.* at the mouth of river, midle and out of estuarine. Fish samples were collected using trammelnet and trapnet. The index of preponderance was used to analysis the diet composition of the fish. The stomach content of a total of 407 fish samples of 283 females, 118 males, and 6 juveniles were analyzed. The analysis showed the scalloped perchlet fed on crustaceans, juvenile of fish, isopod, and amphipod, indicate a carnivorous feeding habit. The crustaceans was the main for item of scalloped perchlet.

Keywords: *Ambassis nalua*, index of preponderance, diet of fish

Pendahuluan

Teluk Pabean adalah muara sungai Cimanuk yang merupakan salah satu dari tiga sungai besar yang ada di Jawa Barat yang bermuara di Laut Jawa dan termasuk dalam Kabupaten Indramayu (Sjafei *et al.* 2001; Herawati *et al.* 2012). Sebagai ekosistem estuari teluk ini produktif mendukung berbagai aspek kehidupan ikan sebagai tempat pemijahan, pengasuhan, dan tempat mencari makan (Chaves & Bouchereau 2000, Huijbers *et al.* 2008, Nagelkerken *et al.* 2008, Kimirei *et al.* 2011).

Ikan seriding (*Ambassis nalua*) memiliki bentuk tubuh pipih dengan potongan lintang dorso-ventral berbentuk elips. Ikan seriding termasuk ikan demersal yang mendiami perairan tropis (Riede 2004). Ikan ini merupakan ikan estuari sejati yaitu spesies ikan yang seluruh daur hidupnya secara lengkap berlangsung di estuari (Elliot *et al.* 2007). Makanan ikan seriding antara lain mikrokrustase, polikaeta, amfipoda, gastropoda, annelida, insekta, dan ikan kecil (Zahid *et al.* 2011, Simanjuntak *et al.* 2011, Haywood *et al.* 1998). Ikan seriding bersifat nokturnal yaitu aktif mencari makan saat malam hari. Ikan ini sering berkelompok dalam jumlah besar bahkan hingga

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: edapoetry@gmail.com

ratusan pada siang hari namun akan berpecah saat malam hari (Allen & Burgess 1990).

Ikan seriding bukan merupakan target utama penangkapan dan bukan tergolong ikan dengan nilai ekonomis yang tinggi. Masyarakat setempat memanfaatkan ikan ini sebagai bahan konsumsi dan bahan untuk membuat terasi. Kelompok ikan seriding juga ada yang dimanfaatkan sebagai ikan hias.

Sejauh ini belum ada informasi yang memadai terkait ikan seriding (*Ambassis nalu*) baik populasi, maupun potensi pemanfaatannya. International Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List menetapkan ikan seriding (*Ambassis nalu*) masuk kategori belum terperhatikan (*least concern*) (Dahanukar 2012). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menjamin keberadaan ikan seriding adalah dengan mengupayakan ikan tumbuh hingga berhasil bereproduksi dengan menjaga ketersediaan makanannya.

Penelitian aspek makanan ikan seriding di perairan Indonesia pernah dilakukan di Segara Menyan, Jawa Barat (Zahid *et al.* 2011) dan beberapa penelitian lain juga memberikan informasi tentang gambaran umum makanan ikan seriding antara lain di Teluk Bintuni (Simanjuntak *et al.* 2011), di muara sungai Embley, Queensland (Haywood *et al.* 1998), akan tetapi belum pernah dilakukan di Teluk Pabean. Di Teluk Pabean sendiri telah dilakukan penelitian tentang aspek makanan ikan antara lain ikan lidah, *Cynoglossus cynoglossus* (Simamora *et al.* 2016) dan ikan baji-baji, *Platycephalus indicus* (Sihombing *et al.* 2016,

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jenis makanan ikan seriding (*Ambassis nalu*) menurut waktu dan ukuran panjang ikan di per-

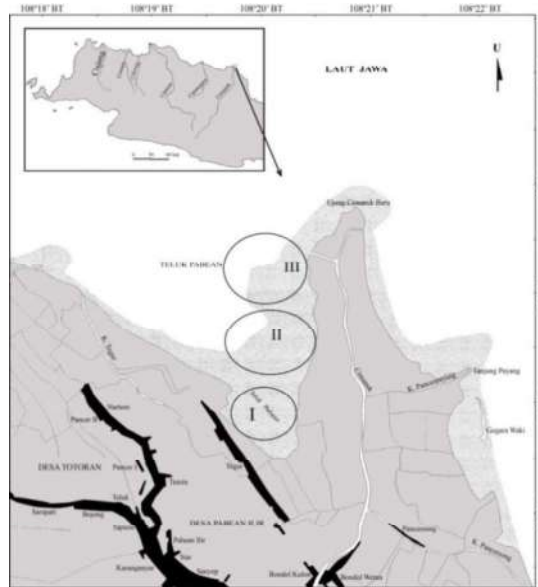
airan Teluk Pabean, Indramayu. Penelitian ini diharapkan sebagai dasar dalam menyusun strategi pengelolaan sumber daya ikan khususnya dalam bidang pemetaan jejaring makanan di Teluk Pabean.

Bahan dan metode

Pengambilan ikan contoh dilakukan setiap bulan dari bulan Juli hingga Desember 2015 di Teluk Pabean, Jawa Barat. Alat tangkap yang digunakan adalah jaring dengan mata jaring berukuran 1,5 inci, ketinggian 1,5 m, serta panjang 72 m, dan sero dengan ukuran mata jaring 1 mm dan tinggi 1 m. Perahu nelayan digunakan sebagai alat transportasi.

Penangkapan ikan dilakukan pada tiga zona yang ditentukan berdasarkan karakteristik area untuk mendapatkan contoh yang representatif (Gambar 1). Zona I merupakan muara sungai yang ditumbuhi mangrove, Zona II merupakan bagian tengah estuari yang berdekatan dengan tambak ikan bandeng, dan Zona III merupakan bagian luar estuari yang berbatasan dengan laut. Ikan hasil tangkapan dipreservasi dalam larutan formalin 10% kemudian dipindahkan ke larutan alkohol 70% untuk dianalisis di laboratorium Biologi Makro I, Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Analisis di laboratorium meliputi identifikasi ikan contoh, pengukuran panjang dan penimbangan bobot ikan, pembedahan ikan, serta analisis isi saluran pencernaan ikan. Identifikasi ikan contoh menggunakan buku identifikasi khusus untuk perairan Pasifik bagian barat dan tengah termasuk Indonesia yang diterbitkan oleh



Gambar 1 Peta lokasi penelitian makanan ikan seriding (*Ambassis nalua*) di Teluk Pabean, Indramayu. I, II, III : zona penangkapan ikan

FAO (Carpenter & Niem 1999). Ikan contoh diukur panjang total mulai ujung terdepan dari kepala sampai ujung sirip ekor paling belakang dan panjang baku dari kepala hingga pelipatan sirip kaudal dengan menggunakan kaliper digital berketelitian 0,1 mm. Bobot tubuh ikan ditimbang dengan menggunakan timbangan digital berketelitian 0,01 g. Ikan dibedah dengan menggunakan satu set alat bedah. Kemudian organ pencernaan dikeluarkan untuk diamati. Analisis makanan meliputi jenis, frekuensi kejadian, dan volume organisme makanan yang terdapat dalam saluran pencernaan (lambung dan usus). Identifikasi organisme makanan menggunakan buku identifikasi Yamaji (1979).

Analisis komposisi makanan menggunakan indeks bagian terbesar (Natarajan & Jhingran 1961):

$$I_i = \frac{V_i \times O_i}{\sum (V_i \times O_i)} \times 100$$

Keterangan: I_i = indeks bagian terbesar, V_i = persentase volume makanan jenis ke-I, O_i = persentase frekuensi kejadian makanan ke-i

Luas relung dievaluasi berdasarkan makanan yang dikonsumsi oleh ikan dan dihitung dengan menggunakan indeks Levin (Krebs 1989):

$$B_{ij} = \frac{1}{\sum P_{ij}^2}$$

Keterangan: B_{ij} = luas relung makanan, P_{ij} = proporsi organisme makanan ke-i yang termakan ke-j.

Tumpang tindih relung makanan dihitung untuk menentukan adanya kesamaan jenis makanan yang dimanfaatkan oleh dua kelompok ukuran ikan atau lebih. Besarnya tumpang tindih dihitung dengan indeks Morisita yang telah diperkenalkan oleh Horn (Krebs 1989).

$$C_H = \frac{2 \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m P_{ij} P_{kj}}{\sum_{i=1}^n P_{ij}^2 + \sum_{k=1}^m P_{kj}^2}$$

Keterangan: C_H = Indeks Morisita-Horn kelompok ikan ke-i dan ke-k, P_{ij} = proporsi makanan ke-j yang dimanfaatkan oleh kelompok ikan ke-I, P_{kj} = proporsi makanan ke-j yang dimanfaatkan oleh kelompok ikan ke-k, n = jumlah jenis organisme makanan, m = jumlah kelompok ukuran ikan.

Hasil*Komposisi makanan ikan seriding*

Jumlah ikan yang tertangkap selama penelitian di perairan Teluk Pabean adalah 407 ekor dengan komposisi betina 283 ekor, jantan 118 ekor, dan yuwana 6 ekor. Panjang baku ikan seriding yang diamati berkisar 30,4-86,78 mm dengan bobot 0,37-25,44 gram (Tabel 1). Ikan contoh dibagi dalam empat kelas ukuran (Tabel 2).

Jumlah saluran pencernaan ikan yang berisi makanan adalah 260 dari 407 saluran pencernaan yang diamati. Makanan yang ditemukan terdiri atas empat kelompok organisme yaitu krustase, yuwana ikan, isopoda, dan amfipoda (Gambar

2). Krustase merupakan makanan terbanyak yang dimakan oleh ikan seriding di Teluk Pabean. Ada dua jenis krustase yang dimakan oleh ikan seriding yaitu sergestid dan mysid dengan indeks bagian terbesar (I_i) masing-masing 51,66 dan 26,29. Ada beberapa jenis yuwana ikan yang ditemukan termasuk dalam famili Clupeidae, Engraulidae, dan Scianidae namun karena kesulitan identifikasi maka kelompok ini dijadikan satu dengan $I_i = 22,01$. Sementara dua kelompok lainnya (isopoda dan amfipoda) hanya terdiri atas satu jenis yang dimakan dalam jumlah yang sedikit dengan I_i masing-masing 0,02 dan 0,01.

Tabel 1. Jumlah, panjang baku, dan bobot ikan seriding pada bulan Juli-Desember 2015 di Teluk Pabean

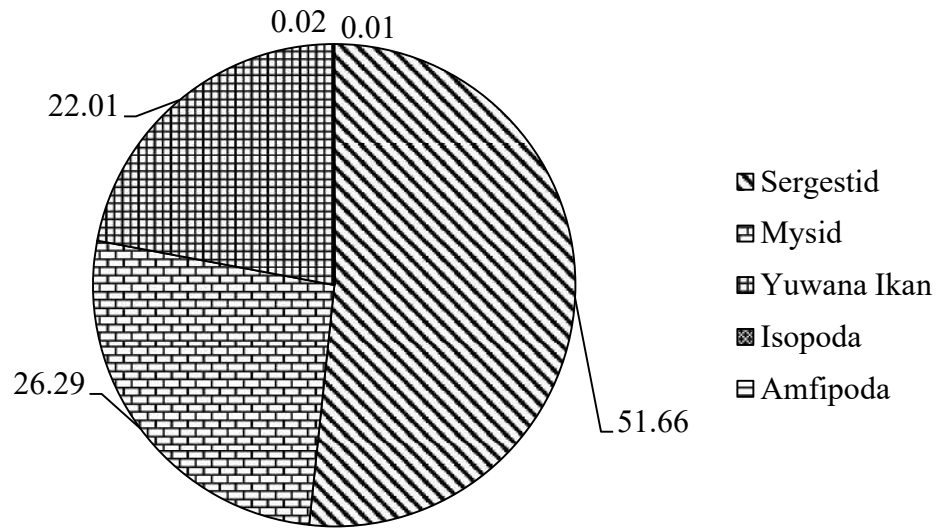
Bulan	Jumlah (ekor)				PB $\pm$ sb	B $\pm$ sb
	Jantan	Betina	Yuwana	Total	(min.-maks.)	(min.-maks.)
Juli	20	38	0	58	61,08 $\pm$ 10,7 (41,35-81,06)	8,59 $\pm$ 3,96 (2,35-16,76)
Agustus	19	89	2	110	62,00 $\pm$ 10,75 (33,18-86,63)	10,48 $\pm$ 4,75 (1,18-19,70)
September	66	99	0	165	65,15 $\pm$ 10,52 (30,04-84,94)	10,36 $\pm$ 4,86 (0,37-22,63)
Oktober	8	38	0	46	62,39 $\pm$ 9,88 (48,59-86,78)	9,32 $\pm$ 5,27 (4,03-25,44)
November	3	7	4	14	45,88 $\pm$ 10,98 (35,34-71,49)	3,73 $\pm$ 3,33 (1,22-11,72)
Desember	2	12	0	14	55,65 $\pm$ 10,02 (42,24-77,94)	5,51 $\pm$ 2,10 (2,8-8,87)

Keterangan: PB: panjang baku (mm); BT: bobot tubuh (gram); sb: simpangan baku

Tabel 2. Kelas ukuran ikan seriding pada bulan Juli-Desember 2015 di Teluk Pabean

Kelas ukuran (mm)	Jumlah sampel (ekor)	PB $\pm$ sb (min.-maks.)	BT $\pm$ sb (min.-maks.)
30-44,99	38	40,97 $\pm$ 3,52 (30,4-44,9)	2,36 $\pm$ 0,98 (0,37-6,6)
45-59,99	107	53,19 $\pm$ 4,21 (45,21-59,95)	5,57 $\pm$ 2,3 (2,14-16,13)
60-74,99	212	67,00 $\pm$ 3,61 (60-74,44)	11,15 $\pm$ 2,60 (5,61-18,04)
75-89,99	50	79,03 $\pm$ 3,16 (72,5-86,78)	17,29 $\pm$ 2,94 (7,7-25,44)

Keterangan: PB: panjang baku (mm), BT: bobot tubuh (gram), sb: simpangan baku



Gambar 2. Komposisi makanan ikan seriding berdasarkan indeks bagian terbesar

Variasi makanan

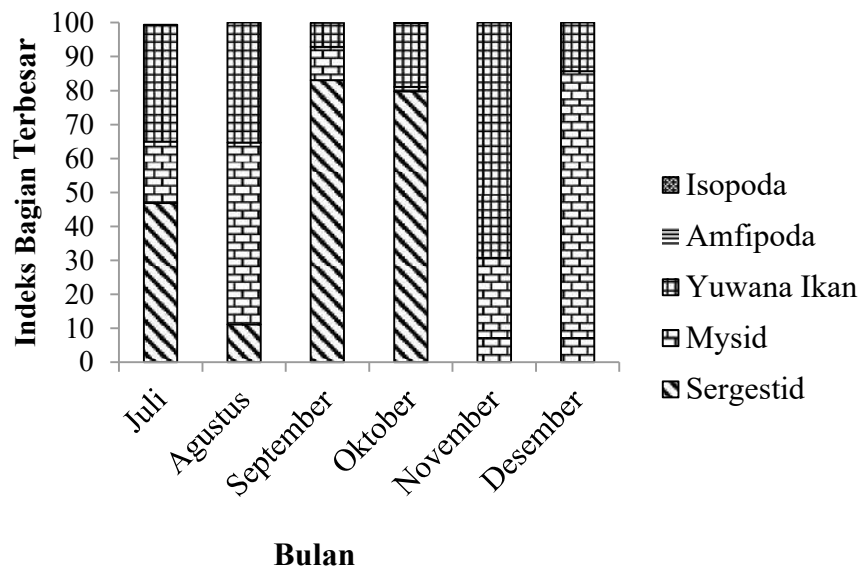
Makanan ikan seriding berdasarkan waktu pengamatan menunjukkan kecenderungan yang sama tetapi proporsi setiap kelompok berfluktuasi (Gambar 3). Selama empat bulan pertama pengamatan ikan seriding lebih banyak memakan krustase (sergestid dan mysid), yuwana ikan dan sebagian kecil isopoda dan amfipoda. Namun pada dua bulan terakhir pengamatan ikan seriding cenderung lebih banyak memakan yuwana ikan dan krustase daripada kelompok mysid.

Setiap kelompok ukuran ikan seriding secara umum memanfaatkan jenis makanan yang sama (Gambar 4). Ikan seriding memiliki kecenderungan memakan krustase pada setiap kelas ukuran. Pada kelas ukuran 30-45 mm, ikan seriding lebih banyak memakan krustase jenis mysid

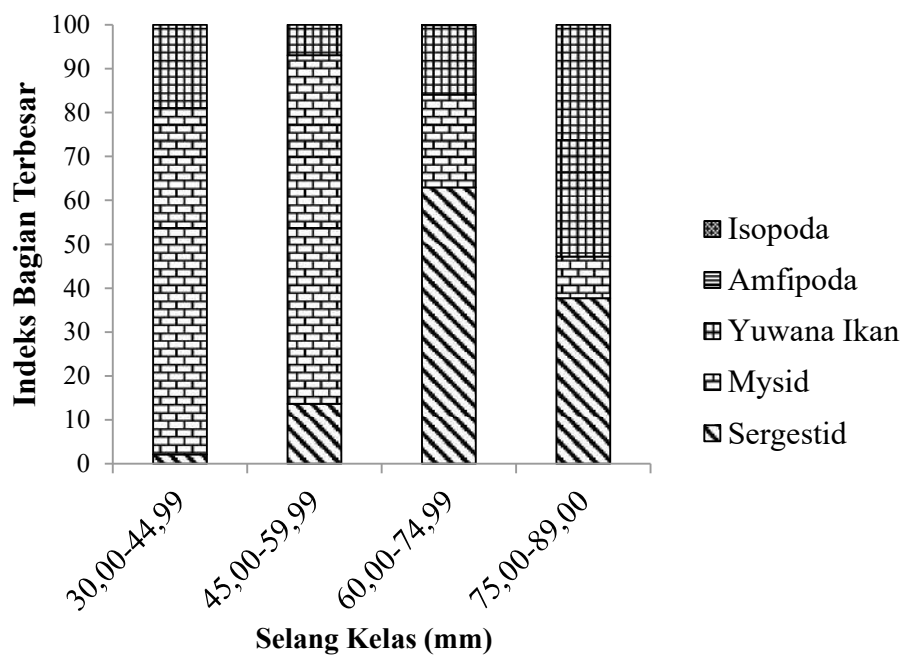
dan sedikit memakan yuwana ikan dan krustase jenis sergestid. Pada kelas panjang 45-60 mm, ikan seriding mulai meningkatkan jumlah sergestid yang dikonsumsi. Selanjutnya pada kelas 60-75 mm ikteran seriding memakan lebih banyak jenis makanan, yaitu isopoda dan amfipoda tetapi tetap bagian terbesar menunya adalah krustase. Pada kelas 75-90 mm, yuwana ikan lebih banyak dikonsumsi dibandingkan jenis makanan lainnya.

Luas dan tumpang tindih relung makanan ikan seriding disajikan pada Tabel 3. Ikan seriding cenderung mengalami kenaikan luas relung seiring dengan bertambahnya ukuran tubuh. Luas relung terbesar terjadi pada kelompok ukuran 60-75 mm. Antarukuran ikan selalu terjadi tumpang tindih relung makanan.

Makanan ikan seriding di Teluk Pabean



Gambar 3 Makanan ikan seriding setiap bulan di Teluk Pabean pada bulan Juli sampai Desember 2015



Gambar 4 Makanan ikan seriding menurut kelas ukuran di Teluk Pabean

Tabel 1 Luas dan tumpang tindih relung makanan ikan seriding

Kelas ukuran (mm)	30,00-44,99	45,00-59,99	60,00-74,99	75,00-89,00
30,00-44,99	1	0,9738	0,5556	0,5009
45,00-59,99		1	0,6664	0,5147
60,00-74,99			1	0,8754
75,00-89,00				1
Luas relung	1,9962	2,1172	2,5108	2,4189
Pembakuan	0,4981	0,5586	0,3777	0,7095

Pembahasan

Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa makanan ikan seriding di perairan Teluk Pabean terdiri atas krustase, yuwana ikan, amfipoda, dan isopoda. Diantara kelompok makanan tersebut, krustase merupakan makanan yang paling banyak dimakan oleh ikan seriding, selanjutnya yuwana ikan, sedangkan amfipoda dan isopoda dimakan dalam jumlah yang sangat sedikit. Ikan seriding secara umum memanfaatkan krustase sebagai makanan utamanya namun terdapat variasi jenis krustase yang dimakan di tempat yang berbeda. Kelompok krustase yang paling banyak dimakan oleh ikan seriding di Segara Menyan adalah *Calanus* dan *Acartia* (Zahid *et al.* 2011), di Teluk Bintuni makanan terbanyaknya adalah Cladocera dan Copepoda (Simanjuntak *et al.* 2011), sedangkan di muara sungai Embley, Queensland seriding lebih banyak memakan krustase kelompok penaeid, dan sedikit dari jenis isopoda, sergestid dan amfipoda (Haywood *et al.* 1998). Hal ini menunjukkan bahwa ikan seriding spesifik dalam memilih jenis makanan namun fleksibel terhadap ketersediaan sumber daya makanan di habitatnya (Blaber 2000). Hal yang sama juga ditunjukkan *Ambassis jacksoniensis* yang mengubah makanannya berdasarkan kelimpahan organisme mangsa (McPhee *et al.* 2015).

Komposisi jenis makanan ikan seriding tidak mengalami perubahan secara temporal, namun persentase setiap jenis makanan mengalami fluktuasi (Gambar 3). Hal yang sama juga ditunjukkan oleh ikan japuh (*Dussumieria acuta*) di perairan Teluk Kendari (Asriyana *et al.* 2010). Hal ini diduga karena ukuran ikan contoh yang tidak merata setiap bulannya akibat berbedanya musim penangkapan. Empat bulan pertama pengamatan yaitu bulan Juli hingga Oktober merupakan akhir musim timur dan memasuki awal mu-

sim peralihan kedua dengan cuaca panas dan hampir tidak ada curah hujan sehingga ikan contoh yang diperoleh memiliki ukuran yang beragam. Dua bulan terakhir yaitu bulan November dan Desember merupakan akhir musim peralihan kedua dan memasuki awal musim barat disertai curah hujan yang mulai meningkat dan ikan seriding banyak ditemukan dalam ukuran kecil pada pengamatan dua bulan terakhir (Tabel 2).

Kelimpahan organisme makanan di perairan juga memengaruhi jenis makanan yang dimakan oleh ikan. Sergestid dan mysid yang dimakan dalam jumlah besar oleh ikan seriding merupakan krustase pelagis yang melimpah di estuari, perairan pantai hingga laut yang lebih dalam (Carpenter & Niem 1998, Karuppasamy *et al.* 2006). Sergestid dan mysid selalu tersedia sepanjang tahun dan kelimpahan tertingginya berada ketika bulan gelap (Mantiri *et al.* 2012, Subianto *et al.* 2014).

Ikan seriding mengalami perubahan komposisi makanan mengikuti pertambahan ukuran panjang. Hal serupa juga terjadi pada *Engraulis encrasicolus*, sesuai dengan perubahan ukuran tubuh maka makanan utamanya krustase kecil yang berupa copepoda secara gradual disubstitusi oleh krustase dengan ukuran yang lebih besar seperti decapoda dan amfipoda (Bacha & Amara 2009). Perubahan makanan ikan seriding juga didukung pertambahan luas relung makanan (Tabel 3). Ikan balak (*Saurida tumbil*) dan ikan bajibaji (*Grammoplites scaber*) di perairan Pantai Mayangan juga mengalami perubahan menu makanan seiring dengan bertambahnya ukuran tubuh (Rahardjo *et al.* 2009, Simanjuntak & Zahid 2009). Perubahan jenis makanan juga berhubungan dengan kondisi lingkungan, penggunaan habitat, dan ruaya (Moriniere *et al.* 2003).

Tumpang tindih relung makanan menggambarkan adanya kesamaan jenis makanan

yang dimanfaatkan oleh dua kelompok ikan atau lebih. Ikan seriding memiliki tumpang tindih relung untuk setiap kelompok ukurannya. Nilai tumpang tindih relung ikan seriding menunjukkan pola yang beraturan karena dua kelompok ukuran yang berdekatan akan memiliki nilai tumpang tindih yang lebih besar sedangkan kelompok ukuran dengan jarak yang lebih besar memiliki nilai tumpang tindih yang lebih kecil. Hal ini memperlihatkan bahwa ikan seriding mengalami perubahan komposisi dalam diet makanannya secara gradual. Hal ini juga memungkinkan terjadinya persaingan intraspesies karena ikan seriding hidup bergerombol di area mangrove (Zahid *et al.* 2011).

Simpulan

Ikan seriding merupakan ikan karnivora dengan menu makanan terdiri atas empat kelompok organisme yaitu krustase, yuwana ikan, Amphipoda, dan Isopoda. Ikan ini memiliki kecenderungan makanan yang sama pada setiap bulan. Seiring dengan pertambahan ukuran tubuhnya, makanan dan luas relung makanan ikan seriding berubah. Tingkat kesamaan jenis makanan ikan seriding menunjukkan pola perubahan makanan secara gradual yang memungkinkan terjadinya persaingan intraspesies.

Daftar pustaka

- Allen GR, Burgess WE. 1990. A review of the glassfishes (Chandidae) of Australia and New Guinea. *Records of the Western Australian Museum Supplement* 34: 139-206.
- Asriyana, Rahardjo MF, Kartamihardja ES, Lumbanbatu DF. 2010. Makanan ikan jupuh, *Dussumieria acuta* Valenciennes, 1847 (Famili: Clupeidae) di perairan Teluk Kendari. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 10(1): 93-99.
- Bacha M, Amara R. 2009. Spatial, temporal and ontogenetic variation in diet of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) on the Algerian coast (SW Mediterranean). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 85(2): 257-264.
- Blaber SJM. 2000. *Tropical Estuarine Fishes: Ecology, Exploitation and Conservation. Fish and Aquatic Resources Series 7*. Blackwell Science, Oxford. 372 p.
- Carpenter KE, Niem VH (eds). 1998. *FAO species identification guide for fishery - The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 2. Cephalopods, Crustaceans, Holothurians and Sharks*. Rome, FAO. Pp 687-1396
- Carpenter KE, Niem VH (eds). 1999. *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 4 Bony fishes part 2 (Mugilidae to Carangidae)*. Rome, FAO. pp.2069-2790.
- Chaves P, Bouchereau J. 2000. Use of mangrove habitat for reproductive activity by the fish assemblage in the Guaratuba Bay, Brazil. *Oceanologica Acta*, 23(3): 273-280.
- Dahanukar N. 2012. *Ambassis nalua*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T172359A1340093 [Internet]. [diunduh 08 November 2015]. Tersedia dari: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T172359A1340093.en>.
- Elliott M, Whitfield AK, Potter IC, Blaber SJM, Cyrus DP, Nordlie FG, Harrison TD. 2007. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. *Fish and Fisheries*, 8(3): 241-268.
- Haywood MDE, Heales DS, Kenyon RA, Loneragan NR, Vance DJ. 1998. Predation of juvenile tiger prawns in a tropical Australian estuary. *Marine Ecology Progress Series*, 162: 201-214.
- Herawati T, Tresna LK, Dhahiyat Y. 2012. Kebiasaan makanan dan luas relung ikan di hulu Sungai Cimanuk Kabupaten Garut, Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3(3): 163-173.
- Huijbers CM, Molle EM, Nagelkerken I. 2008. Post-larva French grunts (*Haemulon flavolineatum*) distinguish between seagrass, mangrove and coral reef water: Implications for recognition of potential nursery habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 357(2): 134-139.
- Karuppasamy PK, Menon NG, Nair KKC, Achuthankutty CT. 2006. Distribution and abundance of pelagic shrimps from the deep scattering layer of the Eastern

- Arabian Sea. *Journal of Shellfish Research*. 25(3): 1013–1019
- Kimirei IA, Nagelkerken I, Griffioen B, Wagner C, Mgaya YD. 2011. Ontogenetic habitat use by mangrove/seagrass-associated coral reef fishes shows flexibility in time and space. *Estuarine, Coast and Shelf Science*, 92(1): 47-58.
- Krebs CJ. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publisher Inc. New York. 654 p.
- Mantiri ROSE, Ohtsuka S, Sawamoto S. 2012. Fisheries on *Mesopodopsis* (Mysida: Mysidae) and *Acetes* (Decapoda: Sergestidae) in Indonesia. *Kuroshio Science*, 5(2): 137-146
- McPhee JJ, Platell ME, Schreider MJ. 2015. Trophic relay and prey switching - A stomach contents and calorimetric investigation of an ambassid fish and their saltmarsh prey. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 167(A): 67-74.
- Moriniere EC, Pollux BJA, Nagelkerken I, Hemminga MA, Huiskes AHL, Velde GVD. 2003. Ontogenetic dietary changes of coral reef fishes in the mangrove seagrass-reef continuum: stable isotopes and gut-content analysis. *Marine Ecology Progress Series*, 246: 279–289
- Nagelkerken I, Blaber SJM, Bouillon S, Green P, Haywood M, Kirton LG, Meynecke JO, Pawlik J, Penrose HM, Sasekumar A, Somerfield PJ. 2008. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. *Aquatic Botany*, 89(2): 155–185.
- Natarajan AV, Jhingran AG. 1961. Index of preponderance- a method of grading the food elements in the stomach analysis of fishes. *Indian Journal of Fisheries*, 8(1): 54-59
- Rahardjo MF, Simanjuntak CPH, Zahid A. 2009. Perubahan ontogenetik dan musiman makanan ikan balak, *Saurida tumbil* Bloch 1795 di perairan Pantai Mayangan, Jawa Barat. *Jurnal Kelautan Nasional* 2, (Special edition): 68-76.
- Riede K. 2004. *Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05*
081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
- Sihombing DP, Rahardjo MF, Affandi R. 2016. Analisis makanan ikan lidah (*Cynoglossus cynoglossus*, Hamilton 1822) di Teluk Pabean, Indramayu. In: Zahid A, Simanjuntak CPH, Lusiastuti AM, Rahardjo MF, Hadiaty RK, Hadie W, Hadie LE (eds). *Prosiding Seminar Nasional Ikan ke-9*, Jakarta 24 Mei 2016. Masyarakat Iktiologi Indonesia, Cibinong. pp. 329-334.
- Simamora DS, Rahardjo MF, Affandi R. 2016. Analisis makanan ikan baji-baji (*Platycephalus indicus* Linnaeus, 1785) di perairan Teluk Pabean Indramayu, Jawa Barat. In: Zahid A, simanjuntak CPH, Lusiastuti AM, Rahardjo MF, Hadiaty RK, Hadie W, Hadie LE (eds). *Prosiding Seminar Nasional Ikan ke-9*, Jakarta 24 Mei 2016. Masyarakat Iktiologi Indonesia, Cibinong. pp. 335-348.
- Simanjuntak CPH, Sulistiono, Rahardjo MF, Zahid A. 2011. Iktiodiversitas di Perairan Teluk Bintuni, Papua Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 11(2): 107-126
- Simanjuntak CPH, Zahid A. 2009. Kebiasaan makanan dan perubahan ontogenetik makanan ikan baji-baji (*Grammolites scaber*) di Pantai Mayangan, Jawa Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 9(1):63-73.
- Sjafei DS, Wirjoatmojo S, Rahardjo MF, Susilo SB. 2001. Fauna ikan di Sungai Cimanuk, Jawa Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 1(1): 1-6.
- Subiyanto WPA, Muskananfolia MR. 2014. Ke-limpahan zooplankton krustasea berdasarkan fase bulan di perairan Pantai Jepara, Kabupaten Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(3):188-196.
- Yamaji I. 1979. *Illustration of the Marine Plankton of Japan*. Hoikusha Publishing Co. Ltd. Japan. 561 p.
- Zahid A, Rahardjo MF, Nurhakim S, Sulistiono. 2011. Variasi makanan ikan seriding, *Ambassis nalua* (Hamilton, 1822) di ekosistem estuari Segara Menyan, Jawa Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 11(2): 159-168.

Efek nisbah kelamin jantan dan betina yang berbeda terhadap kinerja pertumbuhan yuwana ikan nila biru, *Oreochromis aureus* (Steindachner 1864)

[Effect of different male and female sex ratio on growth of juvenile blue tilapia *Oreochromis aureus* (Steindachner 1864)]

Adam Robisalmi✉, Priadi Setyawan, Bambang Gunadi

Balai Penelitian Pemuliaan Ikan

Jl. Raya 2 Sukamandi Subang Jawa Barat 41263

Diterima: 13 Juni 2016; Disetujui: 17 Januari 2017

Abstrak

Ikan nila biru (*Oreochromis aureus*) merupakan satu jenis ikan yang potensial untuk dikembangkan. Ikan ini memiliki keunggulan toleran terhadap suhu rendah dan salinitas tinggi. Dalam perkembangan budi daya, populasi ikan nila tunggal kelamin jantan diyakini memberikan hasil produksi lebih baik dibandingkan kelamin campuran. Kegiatan ini bertujuan untuk mengevaluasi performa pertumbuhan yuwana ikan nila biru yang dipelihara dengan nisbah kelamin jantan dan betina berbeda. Penelitian dilakukan di Balai Penelitian Pemuliaan Ikan Sukamandi selama 90 hari. Ikan yang digunakan adalah ikan nila biru dengan bobot awal tebar $32,32 \pm 2,34$ g. Yuwana nila biru dipelihara di hapa berukuran 2×1 m² dengan padat tebar 30 ekor per hapa. Perlakuan adalah perbedaan nisbah kelamin jantan dan betina yaitu A (100% jantan), B (75% jantan : 25% betina), C (50% jantan : 50% betina), D (25% jantan : 75% betina) dan E (100% betina). Selama pemeliharaan ikan diberi pakan berkadar protein 32% dengan frekuensi dua kali sehari sebanyak 5% dari bobot ikan. Parameter yang diamati meliputi pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan spesifik, laju pertumbuhan harian, nisbah konversi pakan, dan sintasan. Hasil penelitian menunjukkan populasi ikan nila biru yang dipelihara 100% jantan mempunyai performa pertumbuhan panjang dan bobot tertinggi sebesar $8,33 \pm 0,67$ cm dan $136,50 \pm 11,92$ g dengan laju pertumbuhan spesifik yang tinggi sebesar $1,76 \pm 0,05$ bobot hari⁻¹, konversi pakan $1,52 \pm 0,20$ dan sintasan 96,66%, sedangkan pertumbuhan terendah pada populasi ikan nila biru campuran (25% jantan : 75% betina). Penggunaan ikan nila biru monoseks jantan 100% dianjurkan untuk digunakan dalam kegiatan budi daya karena mempunyai pertumbuhan tertinggi dengan konversi pakan yang rendah.

Kata penting: ikan nila biru, nisbah kelamin, pertumbuhan, yuwana,

Abstract

Blue tilapia is one strain of tilapia potential to be developed. This fish has highly tolerant of low temperatures and salinity. In the development of aquaculture of tilapia, male monosex give higher production than mix male-female culture. This activity aims to determine the growth performance of juvenile blue tilapia reared by different ratio of male and female. The study was conducted for 90 days at the Research Institute for Fish Breeding Sukamandi. The fish used are blue tilapia stocking with the initial weight 32.32 ± 2.34 g. Rearing juvenile of blue tilapia using net 2×1 m² with stocking density 30 fish per net. The treatment is a difference in the ratio of male and female i.e A (100% male), B (75% male: 25% female), C (50% male: 50% female), D (25% male: 75% female), and E (100% female). The fish were fed with formulated food (32% protein) twice daily as much as 5 % of the biomass. The parameters observed were absolute growth, specific growth rate, daily growth rate, feed conversion ratio and survival rate. The results showed A, blue tilapia with 100% male had highest growth performance, longest and the highest weight i.e 8.33 ± 0.67 cm and 136.50 ± 11.92 g; with highest specific growth rate, food conversion and survival rate, i.e 1.76 ± 0.05 weight day⁻¹, 1.52 ± 0.20 and 96.66%. While the lowest growth and feed conversion was D, fish mix culture of blue tilapia (25% male: 75% female). Blue tilapia male 100% monosex is recommended to use in aquaculture because it showed the highest growth with lower feed conversion.

Keywords: blue tilapia, growth, sex ratio, juvenile

Pendahuluan

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) jantan secara umum cenderung lebih cepat tumbuh daripada ikan betina. Ikan betina tumbuh lebih lam-

bat karena adanya pengalihan energi yang digunakan untuk tumbuh menjadi untuk bereproduksi. Fenomena ini terjadi baik pada pemeliharaan di alam bebas maupun pada pemeliharaan terkontrol dengan berbagai sistem budi daya (Ponzoni *et al.* 2005, Bwanika *et al.* 2007, Bentsen *et al.* 2012). Selain tingkat pertumbuhan ikan nila

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: aa_salmi@yahoo.com

jantan yang lebih cepat dan ukuran yang lebih besar dibanding ikan betina, ikan nila jantan juga diketahui mempunyai ukuran yang lebih seragam dan penggunaan energi yang lebih efisien selama kegiatan budi daya berlangsung. Oleh karena itu penggunaan ikan nila jantan dalam budi daya dapat dijadikan sebagai salah satu solusi untuk meningkatkan produktivitas dan mengontrol reproduksi. (Beardmore *et al.* 2001).

Selama ini pengembangan budi daya ikan nila masih banyak menggunakan strain ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*) dan nila merah (*Oreochromis* sp.). Kegiatan budi daya kedua strain ikan nila tersebut telah banyak dilakukan dengan menggunakan berbagai sistem budi daya termasuk sistem pemeliharaan menggunakan populasi tunggal kelamin jantan maupun campuran. Selain kedua strain tersebut, ada strain lain yang potensial untuk dikembangkan yaitu ikan nila biru (*Oreochromis aureus*). Ikan ini memiliki keunggulan yaitu toleran terhadap suhu rendah dan salinitas tinggi. Ikan nila biru merupakan spesies ikan nila yang berasal dari Afrika dan Timur Tengah. Ikan nila biru pada umumnya ditemukan di air tawar, namun dapat juga dipelihara di perairan payau dan laut (Shafland & Pesytrak 1982, Spataru & Zorn 1978). Selain itu diketahui bahwa hasil persilangan antara ikan nila (*O. niloticus*) betina strain jepang dengan nila biru jantan mampu menghasilkan 91% jantan, sedangkan persilangan ikan nila (*O. niloticus*) betina strain stirling menghasilkan anakan hampir 100% jantan (Marengoni & Onoue 1998). Ditambahkan oleh Siddiqui & Al-Harbi (1997) bahwa hasil pemijahan *hybrid tilapia* (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) dengan perbandingan induk jantan dan betina 1:2 atau 1:3 mampu menghasilkan jumlah larva yang lebih banyak.

Dalam perkembangan budi daya, populasi ikan nila tunggal kelamin jantan diyakini mem-

berikan hasil produksi lebih baik dibandingkan kelamin campuran, walaupun bergantung kepada waktu pematangan gonad dan umur saat panen. Selain itu dalam penggunaan metode budi daya secara monokultur dan polikultur serta dengan pemeliharaan populasi monoseks hal ini dipengaruhi oleh permintaan pasar dan biaya untuk budi daya (De Graaf *et al.* 2005). Menurut Little & Edwards (2004), pemeliharaan monoseks ikan nila banyak dilakukan karena mempunyai pertumbuhan yang tinggi. Adanya perbedaan pertumbuhan ikan nila antara populasi monoseks dan campuran dipengaruhi oleh tingkat kematangan seksual, umur waktu panen, dan strain yang digunakan. Hasil pembesaran tiga strain ikan nila (Thailand, GIFT, dan Vietnam) yang dipelihara selama 26 minggu mempunyai pertumbuhan yang lebih tinggi pada populasi monoseks jantan dengan bobot 380 g, sedangkan populasi campuran 340 g (Dan & Little 2000). Selama ini belum banyak informasi mengenai penelitian tentang pemeliharaan ikan nila biru baik secara monoseks maupun campuran. Oleh karena itu perlu dilakukan eksplorasi pengamatan terhadap spesies lain ikan nila yaitu nila biru.

Dalam rangka peningkatan produksi ikan nila diperlukan upaya budi daya ikan nila menggunakan strain baru yaitu ikan nila biru. Kegiatan ini merupakan tahap awal budi daya ikan nila biru dengan pemeliharaan secara tunggal kelamin jantan dan betina maupun campuran. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa pertumbuhan yuwana ikan nila biru yang dipelihara dengan nisbah kelamin jantan dan betina berbeda.

Bahan dan metode

Kegiatan penelitian dilakukan di kolam air tawar Balai Penelitian Pemuliaan Ikan Sukamandi selama tiga bulan pada Agustus-Oktober 2014.

Ikan uji yang digunakan adalah yuwana ikan nila biru dengan bobot awal rata-rata $32,32 \pm 2,34$ g. Ikan diperoleh dari hasil pemijahan secara masal pada kolam tembok berukuran 25 m^2 volume air 20.000 liter dengan perbandingan induk jantan dan betina 10 : 30. Pemanenan larva dilakukan pada hari ke 12-15 setelah masa pemijahan. Larva yang dikoleksi selanjutnya dimasukkan ke dalam kolam pendederan menggunakan wadah berupa hapa berukuran $2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ yang ditempatkan di kolam tanah seluas 400 m^2 bervolume 400.000 liter. Padat tebar yang digunakan untuk pendederan adalah 125 ekor m^2 . Setelah masa pemeliharaan 90 hari ikan dipanen dan dilakukan seleksi kelamin jantan dan betina sebelum dimasukkan ke dalam wadah penelitian. Selanjutnya ikan dimasukkan pada kolam tembok yang disekat hapa berukuran $2 \times 1 \text{ m}^2$ dengan padat tebar 30 ekor per hapa pada masing-masing perlakuan.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan perbedaan nisbah kelamin jantan dan betina yaitu A (100% jantan), B (75% jantan : 25% betina), C (50% jantan : 50% betina), D (25% jantan : 75% betina), dan E (100% betina). Selama pemeliharaan tiga bulan ikan nila biru diberi pakan komersial berprotein 30-40% sebanyak 5% dari bobot ikan dengan frekuensi pemberian pakan dua kali sehari. Kegiatan sampling dilakukan setiap satu bulan sekali meliputi pengukuran panjang dan penimbangan bobot ikan. Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan spesifik, laju pertumbuhan harian, konversi pakan, dan sintasan. Jumlah sampel yang diamati sebanyak 10% dari jumlah ikan.

Analisis Data

Analisis data menggunakan uji *ANOVA* dengan program SPSS 17. Berikut adalah beberapa rumus yang digunakan.

$$\Delta L = L_t - L_0$$

$$\Delta W = W_t - W_0$$

$$\text{SGR} = (\ln W_t - \ln W_0) / t$$

$$\text{GR} = (W_t - W_0) / t$$

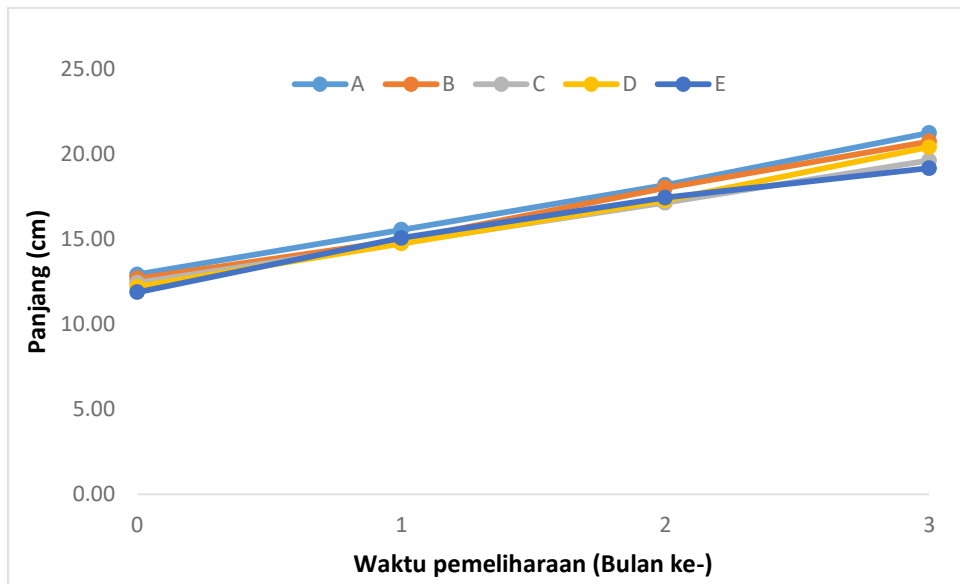
$$\text{FCR} = F / (W_t - W_0)$$

$$\text{SR} = (N_t / N_0)$$

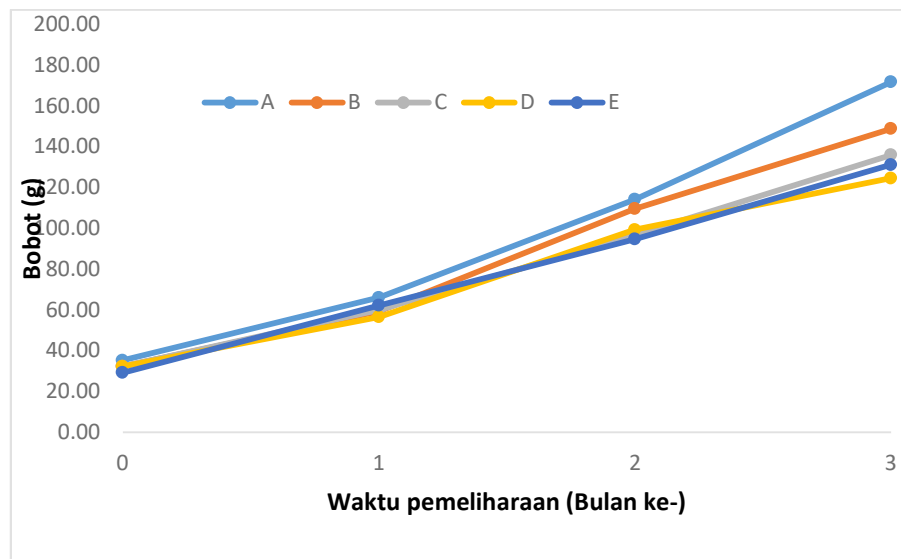
Keterangan: ΔL = pertumbuhan panjang, L_0 = panjang awal, L_t = panjang akhir, ΔW = pertumbuhan bobot, W_0 = bobot awal, W_t = bobot pada waktu t, SGR = laju pertumbuhan spesifik, t= waktu pemeliharaan, GR = laju pertumbuhan harian, FCR = nisbah konversi pakan, F = jumlah pakan, SR = sintasan, N_t = jumlah ikan pada akhir pemeliharaan, N_0 = jumlah ikan pada awal pemeliharaan

Hasil

Pertumbuhan merupakan salah satu faktor yang menjadi indikator keberhasilan dalam kegiatan budi daya ikan. Ikan yang dipelihara dengan nisbah kelamin berbeda mempunyai pertumbuhan yang meningkat setiap bulannya. Pertambahan panjang pada semua perlakuan memiliki nilai yang relatif sama. Hal ini berbeda dengan pertambahan bobot yang terlihat signifikan berbeda terutama pada masa pemeliharaan bulan ke-3. Berdasarkan Gambar 1 ikan nila biru yang dipelihara dengan perlakuan 100% jantan terlihat mempunyai pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan populasi lainnya sejak pemeliharaan hari ke-30 sampai akhir masa pemeliharaan. Pada akhir pemeliharaan, ikan nila biru pada perlakuan A mempunyai bobot tubuh lebih tinggi 15-37% dibanding perlakuan lainnya. Hal ini terlihat pada bertambahnya panjang dan bobot ikan selama pemeliharaan, seiring dengan bertambahnya umur.



(a)



(b)

Gambar 1. Pertumbuhan panjang (a) dan bobot (b) ikan nila biru selama pemeliharaan. A (100% jantan), B (75% jantan : 25% betina), C (50% jantan : 50% betina), D (25% jantan : 75% betina), dan E (100% betina)

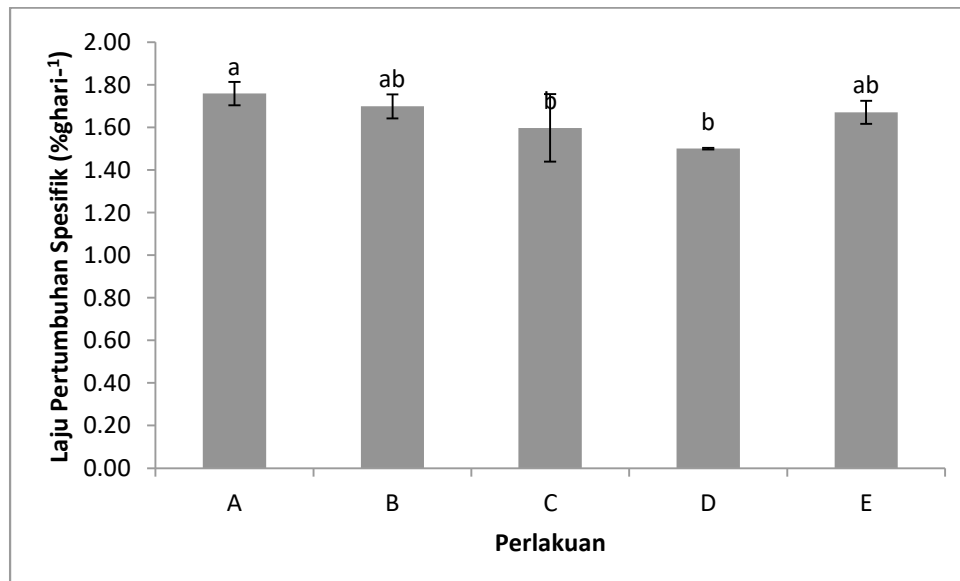
Pada Tabel 1 nilai pertumbuhan panjang dan bobot ikan nila biru selama 90 hari pemeliharaan. Nilai pertumbuhan panjang tertinggi ditunjukkan populasi ikan nila biru perlakuan A (100% jantan) sedangkan nilai terendah pada perlakuan C yaitu populasi ikan nila biru dengan perbandingan 50% jantan dan 50% betina. Pertumbuhan panjang yang tinggi pada perlakuan A selaras dengan pertumbuhan bobot tertinggi, sedangkan bobot terendah diperoleh perlakuan D.

Berdasarkan hasil uji statistik pada nilai pertumbuhan panjang, perlakuan A mempunyai nilai yang berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap perlakuan C dan E, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan B dan D. Hasil ini berlaku juga pada nilai pertambahan bobot perlakuan A yang menunjukkan hasil berbeda nyata terhadap perlakuan D namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($P > 0,05$).

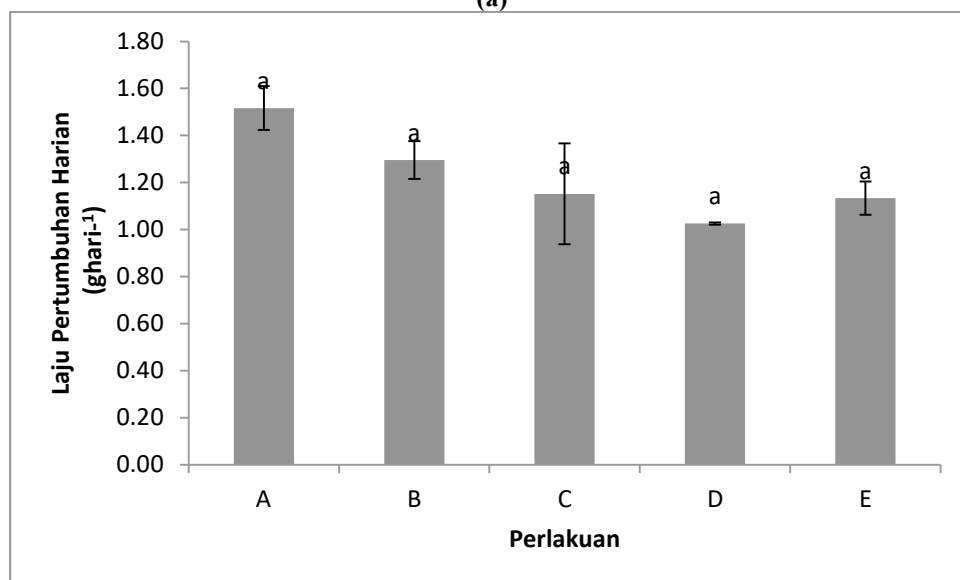
Tabel 1. Rerata panjang, bobot, dan pertumbuhan mutlak ikan nila biru yang dipelihara dengan nisbah kelamin berbeda

Perlakuan	Panjang awal (cm)	Panjang akhir (cm)	Pertumbuhan panjang (cm)	Bobot awal (g)	Bobot akhir (g)	Pertumbuhan bobot (g)
A	12,92±0,52	21,25±0,14	8,33±0,67a	35,26±6,21	171,76±11,92	136,50±11,92a
B	12,69±0,01	20,76±0,77	8,07±0,76ab	35,26±6,22	148,83±10,55	116,57±10,55ab
C	12,43±1,18	19,62±0,99	7,19±0,11b	35,26±6,23	135,93±27,24	103,67±27,24ab
D	12,21±0,31	20,42±1,95	8,21±1,65a	35,26±6,24	124,56±0,60	92,30±0,60b
E	11,87±0,04	19,17±0,04	7,29±0,08b	29,15±5,63	131,19±6,39	102,04±6,39ab

* nilai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$). A (100 % jantan), B (75% jantan: 25% betina), C (50% jantan: 50% betina), D (25% jantan: 75% betina), E (100% betina)



(a)



(b)

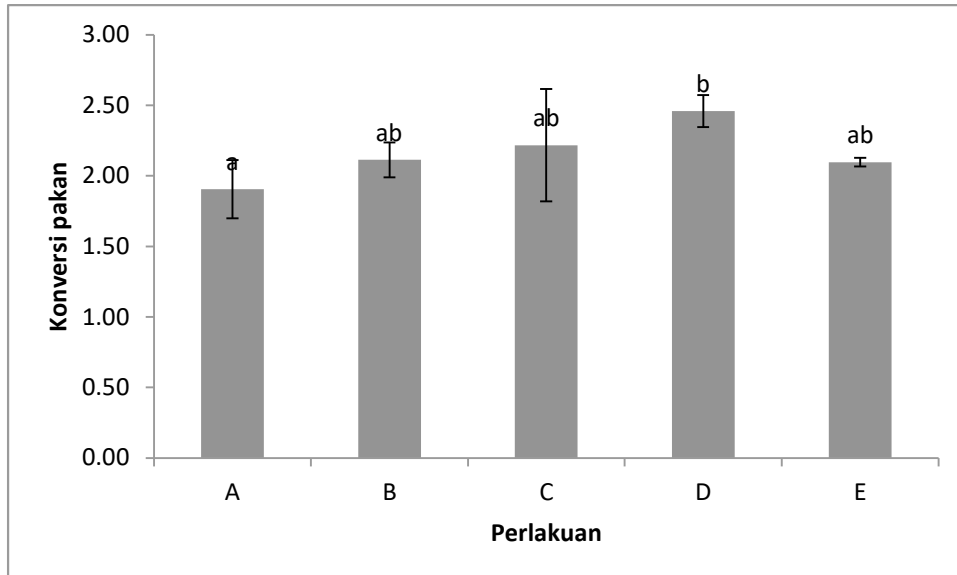
Gambar 2. Laju pertumbuhan spesifik (a) dan laju pertumbuhan harian (b) ikan nila biru selama pemeliharaan. A (100% jantan), B (75% jantan :25% betina), C (50% jantan : 50% betina), D (25% jantan : 75% betina), dan E (100% betina)

Parameter pertumbuhan lainnya yaitu laju pertumbuhan spesifik dan pertumbuhan harian. Pada perlakuan A (100 % jantan) nilai laju pertumbuhan spesifik lebih tinggi yaitu sebesar $1,76 \pm 0,05 \text{ \% ghari}^{-1}$ dengan pertumbuhan harian $1,52 \pm 0,09 \text{ ghari}^{-1}$ dibandingkan keempat populasi; sedangkan nilai terendah pada populasi campuran ikan nila biru yaitu perlakuan D (25% jantan : 75% betina) dengan nilai pertumbuhan spesifik dan pertumbuhan harian masing-masing sebesar $1,50 \pm 0,03 \text{ \% ghari}^{-1}$ dan $1,03 \pm 0,04 \text{ ghari}^{-1}$ (Gambar 2). Berdasarkan hasil uji statistik, perlakuan A menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap perlakuan C dan D, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($P > 0,05$) pada parameter laju pertumbuhan spesifik, namun pada nilai pertumbuhan hari-

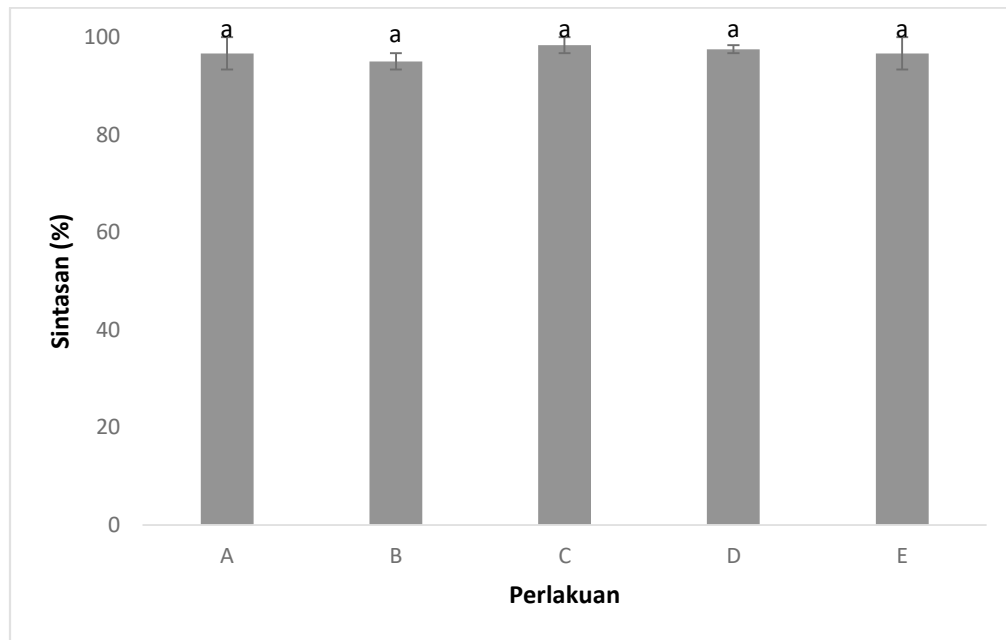
an menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata antar semua perlakuan ($P > 0,05$).

Nilai pertumbuhan yang tinggi pada perlakuan A disertai dengan nilai konversi pakan yang rendah yaitu sebesar 1,91 (Gambar 3). Adapun nilai konversi pakan tertinggi ditunjukkan perlakuan D sebesar 2,46. Berdasarkan hasil uji statistik diketahui bahwa adanya perbedaan nyata antara nilai konversi pakan perlakuan A dengan perlakuan D sedangkan tidak ada perbedaan yang nyata dengan perlakuan B, C, dan E.

Selama masa pemeliharaan 90 hari terjadi kematian pada ikan nila biru namun relatif kecil (Gambar 4). Nilai sintasan ikan nila biru antara populasi monoseks dan campuran memiliki nilai yang hampir sama berkisar dari 95-98% dan secara statistik pun menunjukkan nilai tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).



Gambar 3. Nisbah konversi pakan ikan nila biru selama pemeliharaan. A (100% jantan), B (75% jantan: 25% betina), C (50% jantan : 50% betina), D (25% jantan : 75% betina), dan E (100% betina)



Gambar 4. Sintasan ikan nila biru selama pemeliharaan. A (100% jantan), B (75% jantan : 25% betina), C (50% jantan : 50% betina), D (25% jantan : 75% betina), dan E (100% betina)

Pembahasan

Berdasarkan data pertumbuhan diketahui bahwa populasi ikan nila biru pada dasarnya mampu memanfaatkan pakan dengan baik sehingga pertumbuhan bisa berjalan maksimal. Perbedaan performa antarperlakuan terjadi akibat respons pakan yang berbeda antara ikan jantan dan betina, yang menunjukkan bahwa ikan nila biru jantan cenderung lebih aktif dalam merespons pakan dibanding ikan betina sehingga pemeliharaan ikan nila biru dengan perlakuan kelamin tunggal jantan saja yang mempunyai performa lebih baik dibanding pemeliharaan secara campuran antara ikan jantan dan betina. Mair & Little (1991) melaporkan bahwa ikan nila yang dipelihara secara monoseks mempunyai pertumbuhan yang lebih cepat 10% dibanding pemeliharaan campuran (jantan dan betina) baik pada kolam maupun keramba jaring. Ditambahkan Effendie (1995), salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan antara lain keturunan, seks, dan umur yang umumnya sulit untuk dikontrol. Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa pemeli-

haraan ikan nila biru dengan monoseks jantan mampu tumbuh lebih cepat dibanding populasi monoseks betina dan campuran. Hal ini disebabkan energi yang dihasilkan dari pakan pada ikan jantan bisa sepenuhnya dimanfaatkan untuk pertumbuhan sedangkan pada ikan betina sebagian energi dari pakan selain untuk tumbuh digunakan untuk reproduksi, perkembangan gonad, dan produksi telur. Selain itu diketahui pula banyak ikan betina yang sudah matang gonad yang ditunjukkan dengan organ kelamin yang berwarna merah dan adanya telur berwarna kuning yang keluar dari organ reproduksi ketika dilakukan pengurutan serta adanya sejumlah telur yang dierami oleh induk betina. Ditambahkan oleh Popma & Masser (1999), secara biologis laju pertumbuhan ikan nila jantan lebih cepat karena tidak mempersiapkan pembentukan kuning telur, vitelogenesis, pematangan telur dibandingkan dengan ikan nila betina. Selain itu pertumbuhan tilapia dipengaruhi oleh jenis kelamin ikan yang bergantung pula pada suhu lingkungan (Baroiller *et al.* 1995). Berdasarkan hasil penelitian diketahui

nilai pertumbuhan panjang dan bobot pada populasi monoseks jantan (perlakuan A) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan campuran dan monoseks betina yaitu dengan panjang $21,25 \pm 0,14$ cm dan bobot $171,76 \pm 11,92$. Nilai ini selaras dengan hasil penelitian Dan & Little (2000) yang melaporkan bahwa populasi monoseks jantan ikan nila GIFT yang dipelihara selama 180 hari mempunyai bobot yang lebih tinggi yaitu sebesar 400 ± 26 g sedangkan pada populasi campuran sebesar $375,30 \pm 35,70$ g (Dan & Little 2000). Chakraborty *et al.* (2011) menambahkan bahwa pertumbuhan bobot ikan nila pada populasi 95% jantan lebih tinggi dibanding populasi campuran yang dipelihara pada berbagai sistem budi daya. Namun hasil pemeliharaan ikan nila biru monoseks betina dan populasi campuran (50% jantan: 50% betina) mempunyai bobot yang lebih tinggi dibanding dengan populasi ikan nila biru (25% jantan : 75% betina). Menurut Toguyeni *et al.* (2002), pertumbuhan ikan nila yang dipelihara dengan perbandingan jantan 50% : betina 50% mempunyai pertumbuhan yang lebih tinggi dibanding pemeliharaan 25% jantan : 75 % betina. Perbedaan antara pola pertumbuhan dalam dua populasi tersebut bisa mencerminkan jenis atau intensitas interaksi sosial yang berbeda. Baroiller *et al.* (1997) menyatakan pertumbuhan individu dalam populasi seks campuran erat kaitannya dengan nisbah jenis kelamin yang digunakan, di mana banyak sedikitnya nisbah jenis kelamin jantan dan betina dalam suatu populasi memengaruhi kinerja pertumbuhan semua individu.

Pada Gambar 2 terlihat bahwa yuwana ikan nila biru yang dipelihara dengan populasi tunggal kelamin jantan menunjukkan nilai tertinggi. Populasi tersebut mempunyai nilai laju pertumbuhan spesifik 14,67% lebih tinggi dibanding populasi campuran yaitu perlakuan D (25%

jantan : 7% betina) yang mempunyai nilai laju pertumbuhan spesifik terendah. Namun bila dibandingkan dengan populasi tunggal kelamin betina (perlakuan E) nilainya hanya lebih tinggi 3%. Menurut Ariyanto *et al.* (2010), bobot individu ikan nila genotipe XY (jantan) mempunyai bobot yang lebih besar yaitu lebih tinggi 18,99%; 69%; dan 36,82% dibanding populasi XX, YY, dan campuran XX-XY. Namun hasil penelitian Norhidayat *et al.* (2009) melaporkan tidak ada perbedaan nyata nilai pertumbuhan harian populasi ikan nila monoseks dan campuran pada pemeliharaan di keramba dan kolam.

Nilai laju pertumbuhan spesifik dan laju pertumbuhan harian ikan nila biru yang dipelihara dengan nisbah kelamin jantan adalah 1,76 (laju pertumbuhan spesifik) dan 1,52 (laju pertumbuhan harian). Hasil ini selaras dengan laporan Githukia *et al.* (2015) bahwa ikan nila monoseks mempunyai pertumbuhan panjang dan bobot yang lebih tinggi dibanding ikan nila campuran dengan nilai laju pertumbuhan spesifik $1,83 \pm 0,15$ sedangkan populasi campuran sebesar $1,47 \pm 0,14$. Namun nilai ini lebih rendah bila dibandingkan penelitian Dan & Little (2000) yang melaporkan bahwa ikan nila monoseks jantan mempunyai nilai laju pertumbuhan tertinggi dibanding populasi nila campuran dengan nilai laju pertumbuhan spesifik yaitu $2,30 \pm 0,15$ dan pertumbuhan harian sebesar $0,80 \pm 0,09$. Perbedaan pertumbuhan ini terjadi karena adanya persaingan dalam mencari pakan. Pada populasi monoseks persaingan dalam mencari makan bisa dikurangi sehingga tidak terjadi kekurangan asupan energi dari pakan untuk tumbuh. Tingkah laku ikan dalam mencari makan merupakan salah satu bentuk tingkah laku sosial. Menurut Krause & Ruxton (2002), tingkah laku sosial merupakan fenomena yang umum terjadi terutama pada hewan vertebrata contohnya ikan untuk mencari makan, menghindari pre-

dator, dan memelihara tubuh. Ditambahkan oleh Aksungur *et al.* (2007) bahwa ada indikasi yang berhubungan dengan interaksi sosial ikan, di mana kompetisi pakan yang tinggi dan ruang gerak yang kecil dapat memberikan pengaruh negatif terhadap pertumbuhan ikan.

Pertumbuhan ikan nila biru yang dipelihara dengan nisbah kelamin berbeda mempunyai nisbah konversi pakan yang beragam berkisar antara 1,91-2,46. Berdasarkan Gambar 3 diketahui ikan nila biru monoseks jantan dapat memanfaatkan pakan lebih baik dan efisien karena memiliki nisbah konversi pakan yang rendah sehingga akan meningkatkan nisbah efisiensi protein. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pechsiri & Yakupitiyage (2005) bahwa populasi ikan monoseks mempunyai nilai nisbah konversi pakan yang rendah dan nilai nisbah efisiensi protein yang tinggi dibanding populasi ikan campuran. Menurut Mugo-Bundi *et al.* (2013), konversi pakan merupakan indikator penting kualitas pakan yang diberikan dan konversi pakan yang rendah mengindikasikan pemanfaatan pakan yang baik oleh ikan. Nilai konversi pakan pada penelitian ini tergolong lebih tinggi apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Hernandez *et al.* (2014). Nisbah konversi pakan ikan nila populasi jantan dan campuran berkisar dari 1,43-1,47, sedangkan Siddik *et al.* (2014) melaporkan nilai konversi pakan ikan monoseks jantan dan campuran masing-masing sebesar $1,71 \pm 0,07$ dan $1,78 \pm 0,03$.

Perbedaan ini terjadi dikarenakan adanya persaingan makan yang berbeda-beda antara populasi monoseks dan campuran. Ikan jantan memiliki kebiasaan yang lebih aktif dalam mencari makan. Populasi monoseks (perlakuan A dan E) cenderung mempunyai nilai nisbah konversi pakan yang lebih rendah dibanding populasi campuran, padahal jumlah pakan yang diberikan sesuai dengan persentase pemberian pakan harian

berdasarkan bobot ikan. Nilai ini menunjukkan bahwa pemanfaatan pakan yang efisien terjadi pada individu-individu ikan nila biru monoseks. Menurut Mair *et al.* (1995) dan Toguyeni *et al.* (1997), ikan nila populasi 95% jantan mempunyai nilai nisbah konversi pakan dan total daging yang lebih baik dibandingkan dengan populasi campuran. Selain itu pada populasi monoseks tidak terjadi persaingan makan sehingga pakan terdistribusi merata untuk seluruh ikan yang dipelihara (Macintosh & Little 1995, Kuparinen *et al.* 2012).

Nilai sintasan ikan nila biru selama pemeliharaan tergolong tinggi karena mencapai lebih dari 90%. Kematian terjadi lebih dikarenakan faktor penanganan ketika dilakukan sampling. Berdasarkan hasil ini dapat dikatakan bahwa ikan nila biru yang dipelihara dengan perbedaan nisbah kelamin tidak memengaruhi nilai sintasan. Nilai sintasan tertinggi ditunjukkan populasi campuran dengan nisbah kelamin 50% jantan dan 50% betina. Hasil ini sesuai dengan laporan Hernandez *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa sintasan populasi ikan nila monoseks dan campuran berkisar dari 98-99%. Hal ini diduga karena adanya persaingan ruang gerak antara ikan jantan dan betina. Hasil penelitian lainnya melaporkan sintasan ikan nila populasi monoseks dan campuran yang dipelihara di kolam mempunyai sintasan berkisar dari 65-86% sedangkan pada keramba 94% (Diana *et al.* 1994), sedangkan Kohinoor *et al.* (2007) melaporkan sintasan ikan nila monoseks jantan berkisar dari 79-92%.

Simpulan

Pemeliharaan yuwana ikan nila biru menggunakan populasi monoseks jantan 100% mempunyai performa pertumbuhan yang lebih baik dengan nilai nisbah konversi pakan yang rendah dibanding populasi campuran dan mono-

seks betina. Selama pemeliharaan 90 hari yuwana ikan nila biru populasi campuran (50% jantan : 50% betina) menunjukkan sintasan tertinggi dibanding populasi lainnya.

Daftar pustaka

- Aksungur N, Aksungur M, Akbulut B, Kutlu I. 2007. Effects of stocking density on growth performance, survival and food conversion ratio of Turbot (*Psetta maxima*) in the net cages on the southeastern coast of the Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7(2): 147-152.
- Ariyanto D, Sumantadinata K, Sudrajat AO. 2010. Evaluasi pertumbuhan dan perkembangan organ reproduksi tiga genotipe ikan nila (*Oreochromis niloticus*). In: Achmad Sudrajat (ed). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2010*. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Jakarta. April 2010. 1: 565-572.
- Baroiller JF, Chourrout D, Fostier A, Jalabert B. 1995. Temperature and sex chromosomes govern sex-ratios of the mouthbrooding cichlid fish *Oreochromis niloticus*. *Journal of Experimental Zoology*, 273(3): 216-223.
- Baroiller JF, Desprez D, Carteret , Tacon P, Hoareau, MC, Me 'lard C, Jalabert, B. 1997. Influence of environmental and social factors on the reproductive efficiency in three tilapia species, *Oreochromis niloticus*, *O. aureus* and the red tilapia (Red Florida strain). In: Fitzsimmons, K. (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, New York. 106: 238-252.
- Bentsen HB, Gjerde B, Nguyen NH, Rye M., Ponzoni RW, Palada de Vera MS, Boliva, HL, Velasco RR, Danting JC, Dionisio EE, Longalong FM, Reyes RA, Abella TA, Tayamen MM, Eknath AE. 2012. Genetic improvement of farmed tilapias: genetic parameters for body weight at harvest in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) during five generations of testing in multiple environments. *Aquaculture*, (338-341): 56-65.
- Beardmore JA, Mair GC, Lewis RI. 2001. Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: applications, problems, and prospects. *Aquaculture*, 197(1-4) : 283-301.
- Bwanika GN, Murie DJ, Chapman LJ. 2007. Comparative age and growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in Lakes Nabugabo and Wamala, Uganda. *Hydrobiologia*, 589(1): 287-301.
- Chakraborty SB, Mazumdar D, Chatterji U, Benerjee S. 2011. Growth of mixed-sex and monosex Nile tilapia in different culture systems. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11(1): 131-138.
- Dan, NC, Little, DC. 2000. The culture performance of monosex and mixed-sex new-season and overwintered fry in three strains of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* in northern Vietnam. *Aquaculture*, 184(3-4): 221-231.
- De Graaf GJ, Dekker PJ, Huisman B, Verreth JAJ. 2005. Simulation of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) culture in ponds, through individual-based modeling, using a population dynamic approach. *Aquaculture Research*, 36(5): 455-471.
- Diana JS, Lin CK, Jaiyen K. 1994. Supplemental feeding of tilapia in fertilized ponds. *Journal of World Aquaculture Society*, 25(4): 497-506.
- Effendie MI. 1995. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 163 hlm.
- Githukia M, Ogello EO, Kembanya EM, Achieng AO, Obiero KO, Munguti JM. 2015. Comparative growth performance of male monosex and mixed sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) reared in earthen ponds Cecilia. *Croatian Journal of Fisheries*, 73(1): 20-25
- Hernandez M, Eucario GL, Milstein A. 2014. Polyculture of mixed-sex and male populations of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with the Mayan cichlid (*Cichlasoma urophthalmus*). *Aquaculture*, 419: 26-31.
- Kohinoor AHM, Islam AKMS, Jahan DA, Zaher M, Hussain MG. 2007. Monoculture of climbing perch, Thai koi, *Anabas testudineus* (Bloch) under different stocking densities at on-farm. *Bangladesh Journal of Fisheries Research*, 11(2): 173-180.
- Kuparinen A, Hardie DC, Hutching JA. 2012. Evolutionary and ecological feedbacks of the survival cost of reproduction. *Aquaculture Research*, 5(3): 245-255.
- Krause J, Ruxton G. 2002. *Living in Groups*. Oxford University Press. New York. 228 p.
- Little DC, Edwards P. 2004. Impact of nutrition and season on pond culture performance of

- mono-sex and mixed sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 232(1-4): 279-292
- Macintosh DJ, Little DC. 1995. Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. In: Bromage NR, Roberts RJ (Eds.). *Broodstock Management and Egg and Larval Quantity*. Institute of Aquaculture and Blackwell Science, pp. 277-320.
- Mair GC, Little DC. 1991. Population control in farmed tilapias. *NAGA, The ICLARM Quarterly*, 4(3): 8-13.
- Mair GC, Abucay JS, Beardmore JA, Skibinski DOF. 1995. Growth performance trials of genetically male tilapia (GMT) derived from YY-males in *Oreochromis niloticus* L. on station comparisons with mixed sex and reversed male populations. *Aquaculture*, 137(3-4): 313-322.
- Marengoni NG, Onoue Y. 1998. Ultraviolet induced androgenesis in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) and hybrid Nile × blue tilapia, *O. aureus* (Steindachner). *Aquaculture Research*, 29(5): 359-366
- Mugo-Bundi J, Oyoo-Okoth E, Ngugi CC, Manguya-Lusega D, Rasowo J, Chepkirui BV. 2013. Utilization of *Caridina nilotica* (Roux) meal as a protein ingredient in feeds for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Research*, 46(2): 1-12.
- Norhidayat K, Nguyen HN, Hamzah A, Ponzoni RW. 2009. Growth performance of mixed sex, hormonally sex reversed and progeny of YYmale tilapia of the GIFT strain (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Research*, 40(6): 720-728.
- Pechsiri J, Yakupitiyage A. 2005. A comparative study of growth and feed utilization efficiency of sex reversed diploid and triploid Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture Research*, 36(1): 45-51
- Ponzoni RW, Hamzah A, Tan S, Kamaruzzaman N. 2005. Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 247(1-4): 203-210.
- Popma T, Masser M. 1999. Tilapia: Life history and biology. *Southern Regional Aquaculture Center Pub.* 283: 4.
- Shafland PL, Pestrak JM. 1982. Lower lethal temperatures for fourteen nonnative fishes in Florida. *Environmental Biology of Fishes*, 7(2): 149-156
- Siddik MAB, Nahar A, Ahamed F, Hossain MY. 2014. Over-wintering growth performance of mixed-sex and mono-sex Nile tilapia *Oreochromis niloticus* in Northeastern Bangladesh. *Croatian Journal of Fisheries*, 72(2): 70-76.
- Siddiqui AQ, Al-Harbi AH. 1997. Effects of sex ratio, stocking density and age of hybrid tilapia on seed production in concrete tanks in Saudi Arabia. *Aquaculture International*, 5(3): 207-216
- Spataru P, Zorn M. 1978. Food and feeding habits of *Tilapia aurea* (Steindachner) (Cichlidae) in Lake Kinneret (Israel). *Aquaculture*, 13(1): 67-79.
- Toguyeni A, Fauconneau B, Boujard T, Fostier A, Kuhn ER, Mol KA, Baroiller JF. 1997. Feeding behavior and food utilization in tilapia, *Oreochromis niloticus*: effect of sex ratio and relationship with endocrine status. *Physiology & Behavior*, 62(2): 273-279.
- Toguyeni A, Fauconneau B, Fostier A, Abucay J, Mair G, Baroiller JF. 2002. Influence of sexual phenotype and genotype, and sex ratio on growth performances in tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 207(3-4): 249-261.

Struktur komunitas sumber daya ikan demersal berdasarkan kedalaman perairan di Laut Cina Selatan (WPP–NRI 711)

[Community structure of demersal fish resources based on the depth of the waters in the South China Sea (Indonesia Fisheries Management Zone 711)]

Robet Perangin-angin^{1✉}, Sulistiono², Rahmat Kurnia², Achmad Fahrudin², Ali Suman³

¹⁾ Mahasiswa PS Ilmu Pengelolaan Sumber daya Pesisir dan Lautan
Sekolah Pascasarjana IPB
Jl. Raya Dramaga Kampus IPB Dramaga Bogor 16680

²⁾ PS Ilmu Pengelolaan Sumber daya Pesisir dan Lautan Sekolah Pascasarjana IPB
Jl. Raya Dramaga Kampus IPB Dramaga Bogor 16680

³⁾ Balai Penelitian Perikanan Laut - Jakarta
Jl. Muara Baru Ujung Komp Pelabuhan Perikanan Nizam Zachman
Penjaringan - Jakarta Utara 14440

Diterima: 1 Juni 2016; Disetujui: 24 Januari 2017

Abstrak

Informasi mengenai persebaran dan struktur komunitas sumber daya ikan demersal penting sebagai bahan masukan untuk pengelolaan perikanan demersal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keanekaragaman dan persebaran sumber daya ikan demersal berdasarkan perbedaan kedalaman perairan, serta keterkaitannya dengan lingkungan. Penelitian dilaksanakan di Laut Cina Selatan pada bulan Mei sampai Juni 2015 dengan mengoperasikan alat tangkap pukat ikan di stasiun yang telah ditetapkan. Metode analisis keanekaragaman hayati ikan demersal menggunakan beberapa indeks ekologi yaitu indeks kekayaan jenis Margalef, indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, indeks keseragaman Pielou, dan indeks dominansi Simpson. Nilai indeks ekologi tersebut kemudian dikaitkan dengan kondisi lingkungan, menggunakan analisis komponen utama. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kestabilan komunitas sumber daya ikan demersal semakin baik seiring dengan meningkatnya kedalaman. Kedalaman, suhu, dan salinitas merupakan parameter yang paling memengaruhi tingkat kekayaan jenis serta persebaran sumber daya ikan demersal, sedangkan persebaran kelimpahan ikan sangat terkait dengan oksigen terlarut dan kecerahan perairan. Implikasinya, kondisi lingkungan perairan sangat memengaruhi persebaran dan kelimpahan ikan demersal.

Kata penting: indeks ekologi, keanekaragaman, kelimpahan, persebaran.

Abstract

Information on distribution and community structure of demersal fish resources are important to be known as an input to the management of demersal fisheries. This study aimed to analyze the diversity and distribution of demersal fish resources based on the differences in the depth of the waters and the linkages to the environment. Research conducted in the South China Sea in May to June 2015 by operating a trawl gear in the station preset. The method of analysis of demersal fish diversity use some ecological indices i.e Margalef species richness index, Shannon-Wiener diversity index, Pielou evenness index, and Simpson dominance index. The ecological index value then associated with environmental conditions, using principal component analysis. Distribution of the ecological index indicated the stability of communities demersal fish resources getting better with the increase of depth. The most affected to the level of species richness and distribution of demersal fish were the parameters of depth, temperature and salinity, while the abundance distribution of fishes were associated with dissolved oxygen, and water transparency. The implication, that the water environmental conditions greatly affected the distribution and abundance of demersal fish.

Keywords diversity, abundance, distribution. : ecological indices,

Pendahuluan

Tingginya tekanan penangkapan ikan demersal di perairan pantai sampai kedalaman 40-an meter telah menyebabkan menurunnya ke-

limpahan sumber daya ikan demersal (Badrudin *et al.* 2011). Informasi mengenai persebaran dan struktur komunitas ikan demersal penting sebagai bahan masukan untuk pengelolaan perikanan (Blaber *et al.* 1994). Pengelolaan perikanan di masa depan harus berdasarkan pendekatan ekosistem (Laevastu & Hayes 1981).

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: robert.peranginangin@yahoo.com

Pengetahuan tingkat keanekaragaman ikan diperlukan dalam kajian biologi dan konservasi biodiversitas. Beberapa cara yang digunakan untuk menduga tingkat keanekaragaman adalah berdasarkan data keberadaan dan kelimpahan spesies (Magurran 1988). Kehadiran spesies pen-ciri dalam suatu perairan akan memberikan nilai lebih pada tingkat keanekaragaman, dibandingkan perairan lain yang jumlah spesiesnya relatif umum dan sama (Wagner & Edwards 2001).

Laut Cina Selatan bagian selatan merupakan bagian dari Paparan Sunda dan tergolong laut dangkal dengan kedalaman <200 m. Sumber daya ikan demersal yang terkandung di dalamnya sangat potensial untuk dikelola dan dimanfaatkan (Widodo *et al.* 1998). Dalam upaya pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya ikan, wilayah laut ini dikelompokkan dalam Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 711 bersama dengan Selat Karimata, Laut Natuna dan sekitarnya dengan luas wilayah diperkirakan sekitar 58.270.098 Ha atau 582.700,98 km² (KKP 2014). Untuk itu kajian mendalam terkait kondisi sumber daya ikan demersal dan keterkaitannya terhadap lingkungan perairan ini menjadi suatu keharusan.

Penelitian sebelumnya tentang keterkaitan persebaran sumber daya ikan demersal dan faktor lingkungannya, antara lain Rainer & Munro (1982) menemukan adanya hubungan antara persebaran jenis dan faktor-faktor fisik seperti kedalaman perairan, salinitas, dan tipe sedimen, sedangkan Blaber *et al.* (1994) menyatakan bahwa persebaran ikan demersal berhubungan dengan kedalaman perairan tetapi tidak berhubungan dengan tipe sedimen, salinitas, suhu, dan turbiditas.

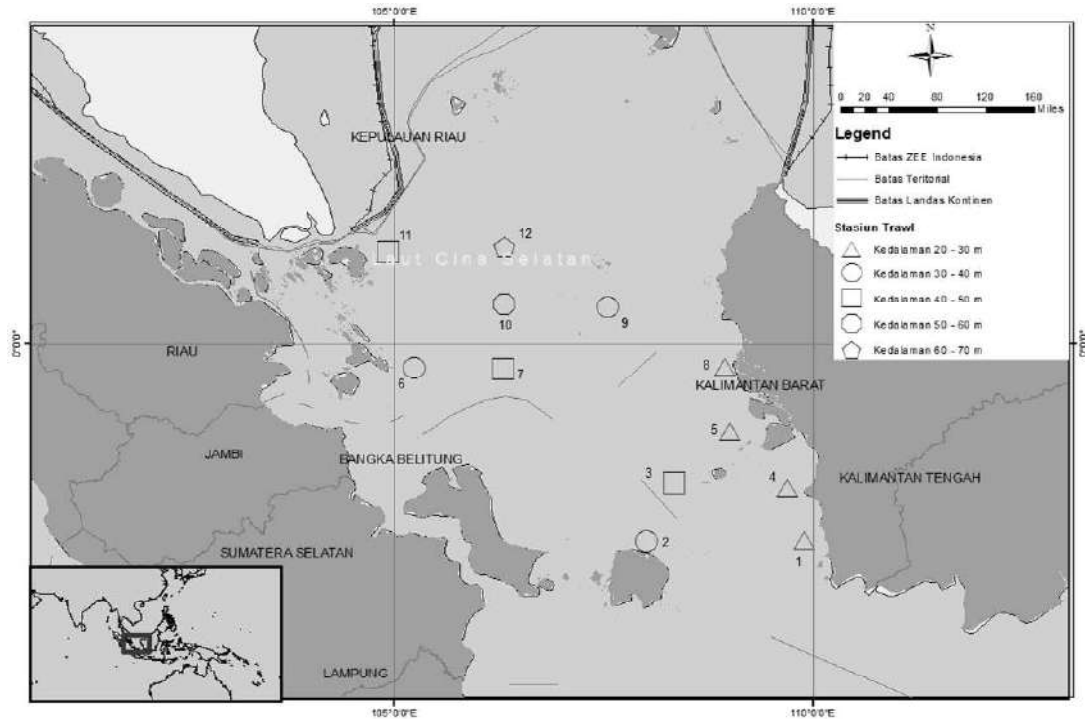
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keanekaragaman dan persebaran sum-

ber daya ikan demersal berdasarkan kedalaman, serta keterkaitannya dengan lingkungan.

Bahan dan metode

Penelitian ini dilakukan di Laut Cina Selatan dengan menggunakan Kapal Penelitian Madi-dihang 02 pada bulan Mei sampai Juni 2015 seperti disajikan pada Gambar 1.

Pengumpulan data hasil tangkapan dilakukan menggunakan alat tangkap pukat ikan dengan spesifikasi pada Gambar 2 yang dioperasikan dengan Kapal Penelitian Madidihang 02 yang berukuran 163 GT, di dasar perairan dari masing-masing stasiun yang telah ditentukan (Tabel 1). Stasiun pukat ikan yang ada diupayakan mewakili perebaran seluruh spesies ikan demersal, baik secara geografis maupun kedalaman. Sementara data oseanografi seperti suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut diperoleh dengan menggunakan CTD (*conductivity, temperature, and depth*) dan kecerahan diukur dengan cakram Secchi yang diturunkan di stasiun yang telah ditentukan, sesaat sebelum dilakukan pengoperasian alat tangkap pukat ikan. Pada penelitian ini, alat tangkap pukat ikan dioperasikan di dasar perairan dengan lama tarikan (*towing*) ± 1 jam pada kecepatan kapal ± 3 knots. Ikan-ikan demersal yang tertangkap jaring pukat dipisah dan dikelompokkan menurut jenisnya. Ikan yang tertangkap diidentifikasi dengan bantuan buku identifikasi Kailola & Tarp (1984), Allen *et al.* (1999), FAO (2001), Fishbase (Froese & Pauly, 2000) dan dipisahkan menurut jenisnya, kemudian dihitung jumlahnya dan dilakukan penimbangan untuk mengetahui jumlah individu dan bobot setiap jenisnya.



Sumber: Base map Argis

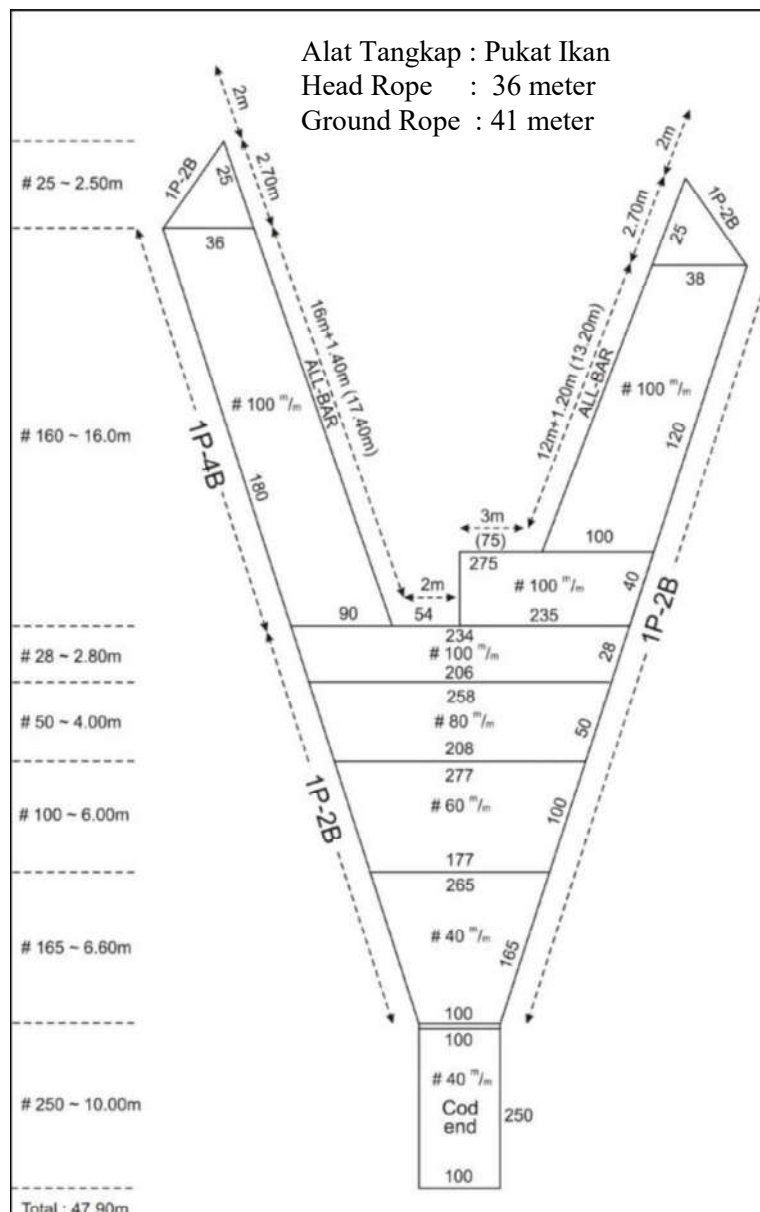
Gambar 1. Peta lokasi dan posisi stasiun penelitian pukat ikan di Laut Cina Selatan (Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia / WPP- NRI 711), pada bulan Mei sampai Juni 2015. 1- 12 : stasiun

Pengumpulan data hasil tangkapan dilakukan menggunakan alat tangkap pukat ikan dengan spesifikasi pada Gambar 2 yang dioperasikan dengan Kapal Penelitian Madidihang 02 yang berukuran 163 GT, di dasar perairan dari masing-masing stasiun yang telah ditentukan (Tabel 1). Stasiun pukat ikan yang ada diupayakan mewakili persebaran seluruh spesies ikan demersal, baik secara geografis maupun kedalaman. Sementara data oseanografi seperti suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut diperoleh dengan menggunakan CTD (*conductivity, temperature, and depth*) dan kecerahan diukur dengan cakram Secchi yang diturunkan di stasiun yang telah ditentukan, sesaat sebelum dilakukan pengoperasian alat tangkap pukat ikan. Pada penelitian ini, alat tangkap pukat ikan dioperasikan di dasar perairan dengan lama tarikan (*towing*) ± 1 jam pada kecepatan kapal ± 3 knots. Ikan-ikan demersal yang tertangkap jaring pukat dipisah

dan dikelompokkan menurut jenisnya. Ikan yang tertangkap diidentifikasi dengan bantuan buku identifikasi identifikasi Kailola & Tarp (1984), Allen *et al* (1999), FAO (2001), Fishbase (Froese & Pauly 2000) dan dipisahkan menurut jenisnya, kemudian dihitung jumlahnya dan dilakukan penimbangan untuk mengetahui jumlah individu dan bobot setiap jenisnya.

Tabel 1. Stasiun pengamatan pengoperasian pukat ikan

Stasiun pukat ikan	Kedalaman dasar perairan (m)
Sta. 1	21,1
Sta. 2	35,3
Sta. 3	45,0
Sta. 4	18,6
Sta. 5	25,0
Sta. 6	33,0
Sta. 7	42,0
Sta. 8	25,0
Sta. 9	36,0
Sta. 10	50,0
Sta. 11	42,0
Sta. 12	65,0



Gambar 2. Spesifikasi alat tangkap pukat ikan di KM. Madidihang 02 yang digunakan pada penelitian

Analisis keanekaragaman hayati ikan demersal menggunakan beberapa indeks ekologi, yaitu indeks kekayaan jenis *Margalef*, indeks keanekaragaman Shannon (Listopad *et al.* 2015, Chen *et al.* 2016, Fattorini *et al.* 2016, Loiseau *et al.* 2016, Suratissa & Rathnayake 2016), indeks keseragaman *Pielou* (Ricotta & Avena 2003, Gosselin 2006), dan indeks dominansi *Simpson* (Gregorius & Gillet 2008, Subburayalu & Sydnor 2012) sebagai berikut.

Indeks Margalef : $R = (S - 1) / \ln(N)$

Indeks Shannon-Wiener: $H' = - \sum (p_i \ln(p_i))$

Indeks Pielou $J' = \{H' / \ln(S)\}$

Indeks Simpson:

$D_s = 1 - \sum \{(n_i(n_i - 1) / (N(N - 1)))\}$

Keterangan: H' = indeks keanekaragaman jenis, p_i = perbandingan antara jumlah individu jenis ke i dan jumlah total individu (n_i/N), S = jumlah spesies, N = jumlah individu, n_i = jumlah individu ke- i .

Nilai indeks ekologi tersebut kemudian dikaitkan dengan kondisi lingkungan, dan dianali-

sis dengan menggunakan analisis komponen utama (*principle component analysis* PCA) agar dapat diketahui tingkatan pengaruh faktor-faktor lingkungan terhadap kondisi struktur komunitas yang ada.

Hasil

Persebaran jenis ikan demersal berdasarkan kedalaman

Penelitian ini menyajikan persebaran komunitas ikan demersal di WPP-NRI 711 Laut Cina Selatan (Tabel 2).

Kedalaman 20-30 meter didominasi oleh ikan-ikan berukuran kecil seperti *Eubleekeria splendens* dan *Equulites stercorarius* masing-masing sebanyak 19.929 ekor dan 5.026 ekor. Kedua jenis ikan ini hanya ditemukan di kedalaman tersebut. *Arothron immaculatus*, *Lutjanus vitta*, dan *Upeneus luzonius* mendominasi kedalaman 30-40 meter masing-masing sebanyak 524 ekor, 246 ekor, dan 119 ekor. *Pentaprion longimanus*, *Upeneus luzonius*, dan *Arothron immaculatus* mendominasi kedalaman 40-50 meter masing-masing sebanyak 484 ekor, 247 ekor, dan

136 ekor. Kedalaman 50-60 meter didominasi oleh *Arothron immaculatus*, *Upeneus luzonius*, dan *Chaerodon* sp. masing-masing sebanyak 31 ekor, 13 ekor, dan 8 ekor. Sebaran ikan demersal di kedalaman 60-70 meter lebih merata yang didominasi *Pseudorhombus spinosus*, *Upeneus luzonius*, *Pentaprion longimanus*, *Nemipterus hexodon*, dan *Epinephelus areolatus* masing-masing sebanyak 69 ekor, 59 ekor, 39 ekor, 22 ekor, dan 16 ekor (Gambar 3).

Analisis kelompok dan indeks keanekaragaman sumber daya ikan demersal

Gambar 4 menyajikan dendrogram persebaran komposisi jenis ikan demersal berdasarkan indeks kemiripan Bray Curtis untuk tiap interval kedalaman. Dendrogram menunjukkan indeks kemiripan Bray Curtis ikan demersal pada stasiun dengan kedalaman 30-40 m cenderung serupa dengan kedalaman 40-50 m, sedangkan stasiun pada kedalaman 20-30 m cenderung memiliki nilai indeks yang sangat berbeda dibanding kedalaman lainnya.

Tabel 2. Famili dan spesies sumber daya ikan demersal di Laut Cina Selatan

No.	Famili	No.	Spesies
1	APOGONIDAE	1	<i>Apogon</i> sp.
2	ARIIDAE	1	<i>Arius</i> sp.
3	BALISTIDAE	1	<i>Abalistes stellatus</i>
4	BOTHIDAE	1	<i>Arnoglossus</i> sp.
		2	<i>Crossorhombus azureus</i>
		3	<i>Engyprosopon grandisquama</i>
5	CAESIONIDAE	1	<i>Pterocaesio digramma</i>
6	CALLIONYMIDAE	1	<i>Dactylopus dactylopus</i>
7	CARANGIDAE	1	<i>Carangoides chrysophys</i>
		2	<i>Carangoides malabaricus</i>
		3	<i>Carangoides plagiotaenia</i>
		4	<i>Carangoides</i> sp.
8	CENTRISCIDAE	1	<i>Centriscus</i> sp.
9	CEPOLIDAE	1	<i>Acanthocepola</i> sp.
10	CHAETODONTIDAE	1	<i>Chelmon rostratus</i>
		2	<i>Coradion chrysozonus</i>
		3	<i>Parachaetodon ocellatus</i>
11	CYNOGLOSSIDAE	1	<i>Cynoglossus arel</i>
12	DIODONTIDAE	1	<i>Chilomycterus reticulatus</i>
		2	<i>Diodon holocanthus</i>
		3	<i>Torquigener pallimaculatus</i>
		4	<i>Tragulichthys jaculiferus</i>
13	ECHENEIDIDAE	1	<i>Remora remora</i>
14	EPHIPPIDAE	1	<i>Ephippus orbis</i>
15	FISTULARIIDAE	1	<i>Fistularia petimba</i>
16	GERREIDAE	1	<i>Gerres filamentosus</i>
		2	<i>Gerres kapas</i>
		3	<i>Pentaprion longimanus</i>
17	HAEMULIDAE	1	<i>Diagramma punctatum</i>
		2	<i>Plectorhinchus chaetodonoides</i>
		3	<i>Plectorhinchus</i> sp.
		4	<i>Pomadasys argyreus</i>
18	HALOCENTRIDAE	1	<i>Sargocentron rubrum</i>
19	HARPODONTIDAE	1	<i>Saurida longimanus</i>
		2	<i>Saurida micropectoralis</i>
		3	<i>Saurida undosquamis</i>
20	LABRIDAE	1	<i>Chaerodon</i> sp.
		2	<i>Xiphocheilus typus</i>
		3	<i>Iniistius jacksonensis</i>
		4	<i>Xyrichthys</i> sp.

Tabel 2 (lanjutan). Famili dan spesies sumber daya ikan demersal di Laut Cina Selatan

No.	Famili	No.	Spesies
21	LEIOGNATHIDAE	1	<i>Photopectoralis bindus</i>
		2	<i>Nuchequula gerreoides</i>
		3	<i>Equulites elongatus</i>
		4	<i>Eubleekeria splendens</i>
		5	<i>Equulites stercorarius</i>
		6	<i>Secutor ruconius</i>
22	LETHRINIDAE	1	<i>Gymnocranius</i> sp.
		2	<i>Lethrinus lentjan</i>
		3	<i>Lethrinus microdon</i>
23	LUTJANIDAE	1	<i>Lutjanus malabaricus</i>
		2	<i>Lutjanus sebae</i>
		3	<i>Lutjanus vitta</i>
24	MONACANTHIDAE	1	<i>Acreichthys tomentosus</i>
		2	<i>Aluterus</i> sp.
		3	<i>Anacanthus barbatus</i>
		4	<i>Cantherines fronticinctus</i>
		5	<i>Chaetodermis penicilligerus</i>
		6	<i>Acreichthys hajam</i>
		7	<i>Monachantus</i> sp.
		8	<i>Paramonachantus</i> sp.
		9	<i>Pseudomonachantus elongatus</i>
25	MUGILODIDAE	1	<i>Parapercis</i> sp.
26	MULLIDAE	1	<i>Parupeneus heptacanthus</i>
		2	<i>Upeneus luzonius</i>
		3	<i>Upeneus</i> sp.
		4	<i>Upeneus sulphureus</i>
		5	<i>Upeneus sundaicus</i>
27	MURAENESOCIDAE	1	<i>Oxyconger</i> sp.
28	NEMIPTERIDAE	1	<i>Nemipterus baliensis</i>
		2	<i>Nemipterus bathybius</i>
		3	<i>Nemipterus furcosus</i>
		4	<i>Nemipterus hexodon</i>
		5	<i>Nemipterus isacanthus</i>
		6	<i>Nemipterus japonicus</i>
		7	<i>Nemipterus marginatus</i>
		8	<i>Nemipterus mesoprion</i>
		9	<i>Nemipterus nematophorus</i>
		10	<i>Nemipterus peroni</i>
		11	<i>Nemipterus</i> sp.
		12	<i>Nemipterus tambuloides</i>
		13	<i>Pentapodus setosus</i>
		14	<i>Scolopsis taenoptera</i>
		15	<i>Scolopsis vosmeri</i>

Tabel 2 (lanjutan). Famili dan spesies sumber daya ikan demersal di Laut Cina Selatan

No.	Famili	No.	Spesies
29	OPHICHTHIDAE	1	<i>Ophichthus</i> sp.
30	OSTRACIIDAE	1	<i>Rhyncostracion nasus</i>
31	PARALICHTHYIDAE	1	<i>Pseudorhombus javanicus</i>
		2	<i>Pseudorhombus trocellatus</i>
		3	<i>Pseudorhombus spinosus</i>
		4	<i>Pseudorhombus elevatus</i>
		5	<i>Pseudorhombus</i> sp.
32	PEGASIDAE	1	<i>Euripegasus draconis</i>
33	PERCOPHIDAE	1	<i>Bembrops</i> sp.
34	PLATYCEPHALIDAE	1	<i>Cociella crocodilus</i>
		2	<i>Platycephalus</i> sp.
35	PLEURONECTIDAE	1	<i>Poecilopsetta</i> sp.
36	PLOTOSIDAE	1	<i>Plotosus</i> sp.
37	POLYNEMIDAE	1	<i>Polydactylus sextarius</i>
38	POMACENTRIDAE	1	<i>Abudefduf</i> sp.
		2	<i>Pristotis obtusirostris</i>
		3	<i>Pristotis</i> sp,
39	PRIACANTHIDAE	1	<i>Priacanthus macracanthus</i>
		2	<i>Priacanthus tayenus</i>
41	PSETODIDAE	1	<i>Psettodes erumei</i>
40	RACHYCENTRIDAE	1	<i>Rachycentron canadum</i>
42	SAMARIDAE	1	<i>Samaris</i> sp.
		2	<i>Samaris cristatus</i>
43	SCIANIDAE	1	<i>Pennahia pawak</i>
44	SCORPAENIDAE	1	<i>Apistops caloundra</i>
		2	<i>Apistus carinatus</i>
		3	<i>Brachypterois serrulata</i>
		4	<i>Dendrochirus</i> sp.
		5	<i>Inimicus sinensis</i>
		6	<i>Minous</i> sp.
		7	<i>Neomerinthe</i> sp.
		8	<i>Pterois russelii</i>
		9	<i>Pterois</i> sp,
		10	<i>Scorpaenopsis neglecta</i>
		11	<i>Scorpaenopsis oxycephala</i>
45	SERRANIDAE	1	<i>Cephalopis boenack</i>
		2	<i>Epinephelus areolatus</i>
		3	<i>Epinephelus heniochus</i>
		4	<i>Epinephelus sexfasciatus</i>
		5	<i>Plectropomus pessuliferus</i>
46	SIGANIDAE	1	<i>Siganus canaliculatus</i>

Tabel 2 (lanjutan). Famili dan spesies sumber daya ikan demersal di Laut Cina Selatan

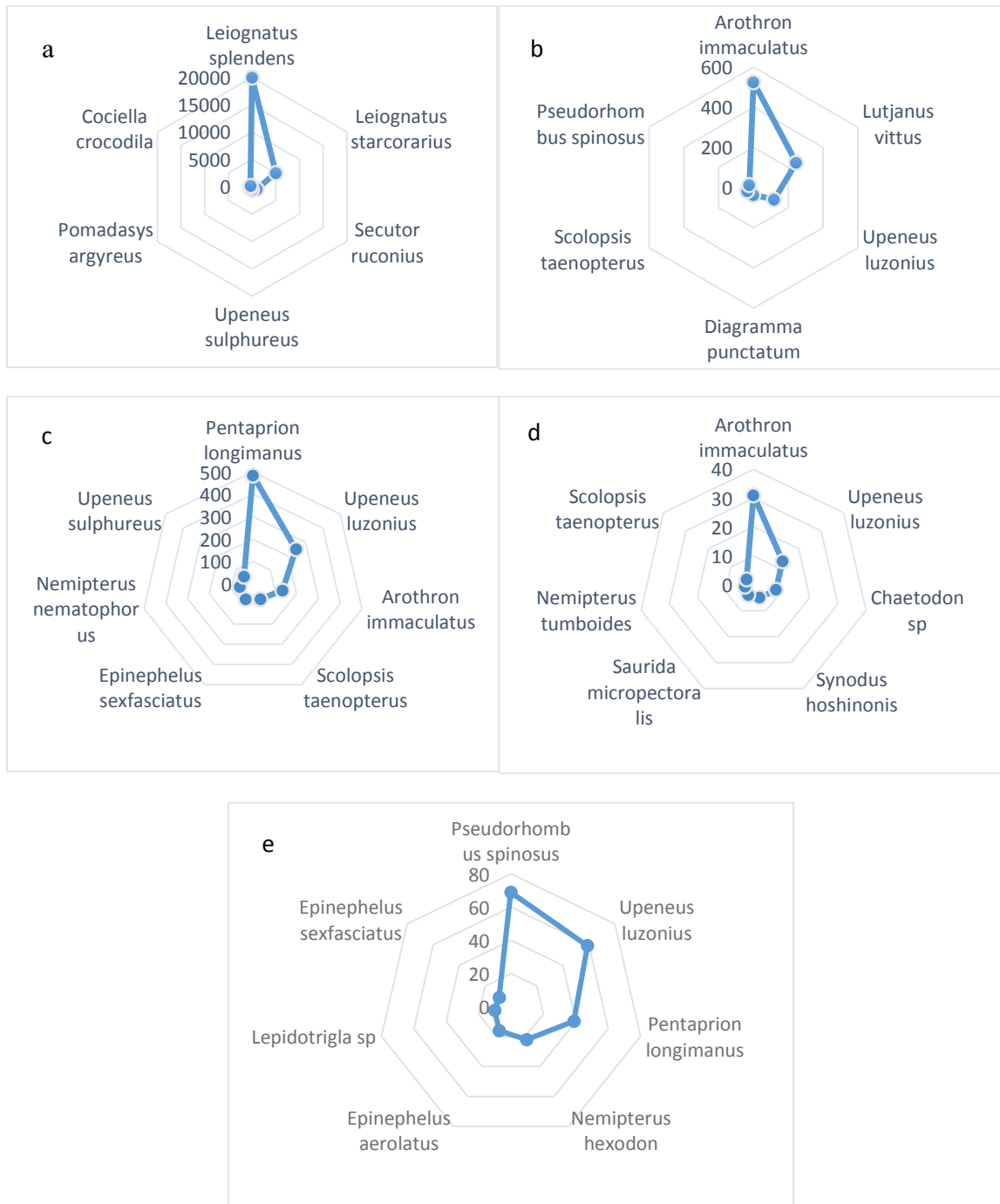
No.	Famili	No.	Spesies
47	SOLEIDAE	1	<i>Dexillus muelleri</i>
		2	<i>Pardachirus pavoninus</i>
		3	<i>Zebrias cancellatus</i>
48	SYGNATHIDAE	1	<i>Hippocampus kuda</i>
49	SYNODONTIDAE	1	<i>Synodus hoshinonis</i>
		2	<i>Synodus</i> sp.
		3	<i>Synodus myops</i>
50	TERAPONIDAE	1	<i>Terapon jarbua</i>
		2	<i>Terapon theraps</i>
51	TETRAODONTIDAE	1	<i>Arothron immaculatus</i>
		2	<i>Lagocephalus inermis</i>
		3	<i>Lagocephalus lagocephalus</i>
		4	<i>Lagocephalus guentheri</i>
		5	<i>Lagocephalus lunaris</i>
		6	<i>Lagocephalus</i> sp.
		7	<i>Torquigener pallimaculatus</i>
52	TETRAROGIDAE	1	<i>Cottapisus cottoides</i>
		2	<i>Neocentropogon</i> sp.
53	TRIACANTHIDAE	1	<i>Triachantus nieuhofii</i>
		2	<i>Trixipichthys</i> sp.
54	TRIGLIDAE	1	<i>Lepidotrigla</i> sp.
55	URANOSCOPIDAE	1	<i>Uranoscopus cognatus</i>
		2	<i>Uranoscopus</i> sp.

Analisis kelompok dan indeks keanekaragaman sumber daya ikan demersal

Gambar 4 menyajikan dendrogram persebaran komposisi jenis ikan demersal berdasarkan indeks kemiripan Bray Curtis untuk tiap interval kedalaman. Dendrogram menunjukkan indeks kemiripan Bray Curtis ikan demersal pada stasiun dengan kedalaman 30-40 m cenderung serupa dengan kedalaman 40-50 m, sedangkan stasiun pada kedalaman 20-30 m cenderung memiliki nilai indeks yang sangat berbeda dibanding kedalaman lainnya.

Pada kedalaman 20–30 meter, terdapat 79 spesies dari 38 famili dengan nilai indeks kekayaan jenis (R) 7,58; indeks keanekaragaman (H') 1,30; indeks keseragaman Pielou (J') 0,30; dan

indeks dominan simpson (D_s) 0,49. Kedalaman 30–40 meter dan 40–50 meter masing masing terdapat 71 spesies dan 74 spesies dari 36 famili dan 35 famili dengan nilai indeks kekayaan jenis (R) 9,78 dan 9,84; indeks keanekaragaman (H') 2,41 dan 2,87; indeks kemerataan Pielou (J') 0,56 dan 0,67; serta indeks dominansi Simpson (D_s) 0,21 dan 0,12. Kedalaman 50–60 meter dan 60–70 meter masing masing terdapat 17 spesies dan 43 spesies dari 12 famili dan 27 famili dengan nilai indeks kekayaan jenis (R) 3,62 dan 7,34; indeks keanekaragaman (H') 2,19 dan 2,71; indeks kemerataan Pielou 0,77 dan 0,72; serta indeks dominansi Simpson (D_s) 0,18 dan 0,12 (Gambar 5).



Gambar 3. Komposisi jenis ikan dominan (dalam ekor) untuk tiap kedalaman : (a). kedalaman 20-30 m, (b). kedalaman 30-40 m, (c). kedalaman 40-50 m, (d). kedalaman 50-60 m, dan (e). kedalaman 60-70 m.

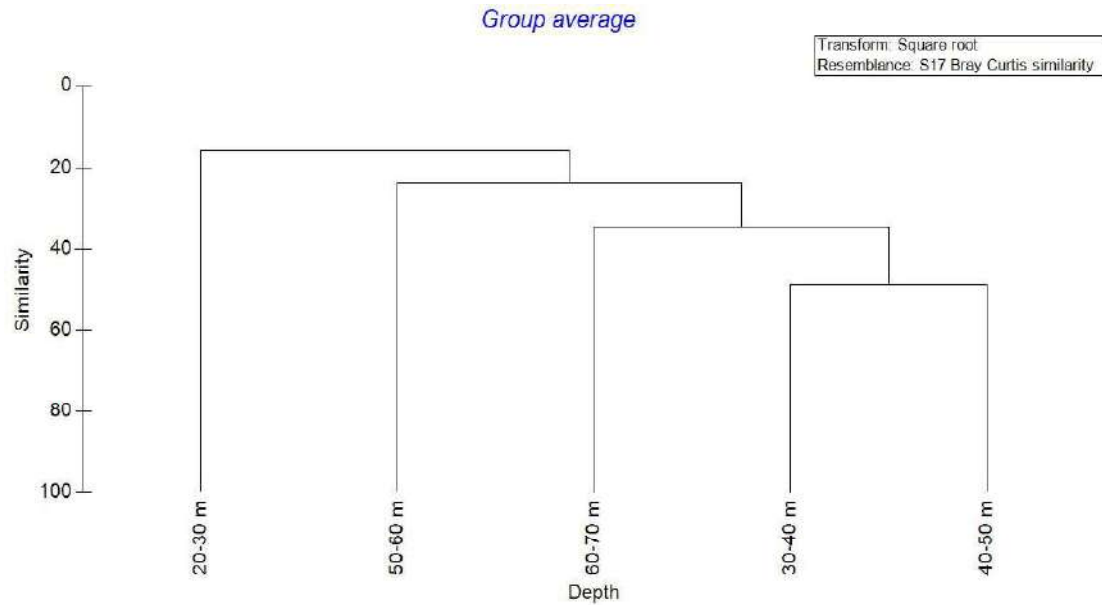
Pengaruh kondisi lingkungan terhadap kelimpahan ikan demersal

Analisis komponen utama digunakan untuk menganalisis pengaruh lingkungan (Tabel 2) terhadap tingkat kelimpahan dan kekayaan jenis ikan demersal. Komponen utama 1 (PC 1, eigen

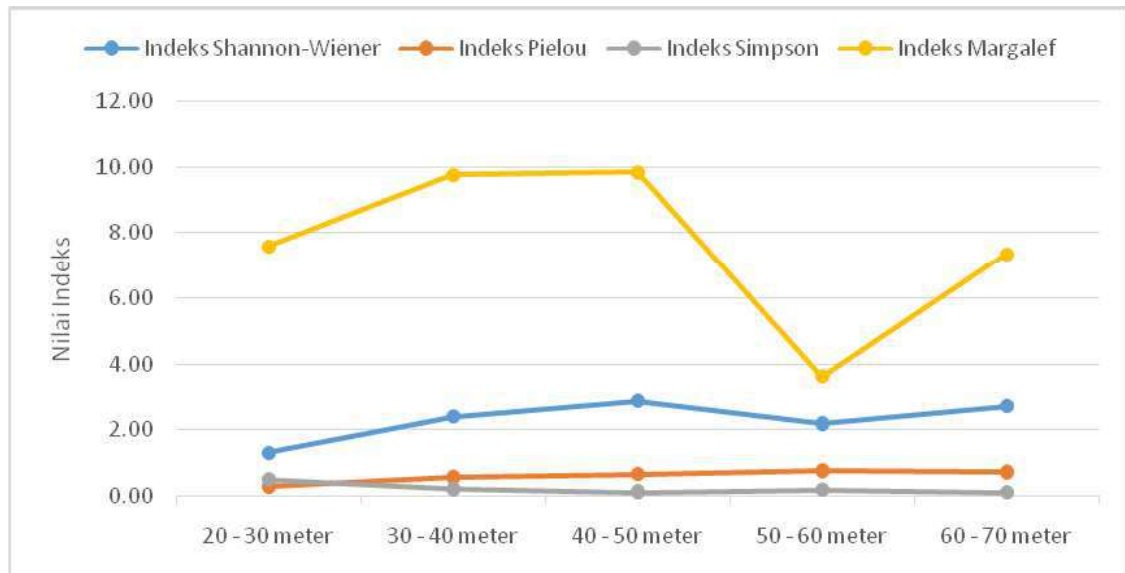
value = 3,13) dan 2 (PC 2, eigen value = 1,76), menjelaskan masing-masing 39,1% dan 22,0% dari variabel total yang ada (Tabel 3). Kelimpahan ikan demersal, oksigen terlarut, dan kecerahan dicirikan oleh PC 2. Sementara PC 1 dicirikan oleh indeks Margalef, kedalaman, suhu, sali-

nititas, dan pH (Gambar 6). Gambar 6 menunjukkan kelimpahan ikan demersal sangat dipengaruhi oleh oksigen terlarut dan kecerahan, sedang-

kan indeks kekayaan jenis (indeks Margalef) dipengaruhi kedalaman, suhu, salinitas, dan pH perairan.



Gambar 4. Dendrogram pengelompokan kedalaman berdasarkan persebaran komposisi jenis ikan demersal



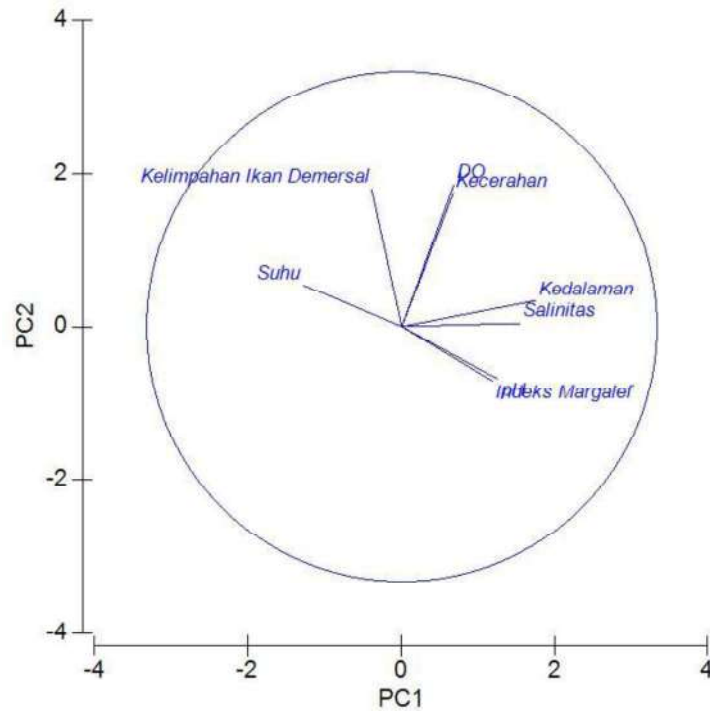
Gambar 5. Nilai indeks ekologi berdasarkan kedalaman perairan

Tabel 2. Data oseanografi tiap stasiun pengamatan

Stasiun	Kedalaman (meter)	Kecerahan (meter)	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	pH	Oksigen terlarut (mg L ⁻¹)
1	21,1	8,0	29,4	31,7	7,6	4,4
2	35,3	12,0	29,6	33,3	7,8	4,6
3	45,0	12,0	29,6	32,8	7,8	4,6
4	18,6	6,5	30,7	31,4	7,7	4,4
5	25,0	n/a	29,9	32,4	7,8	4,2
6	33,0	6,0	30,3	32,6	8,2	4,6
7	42,0	8,5	29,8	32,9	8,2	4,6
8	25,0	n/a	29,2	32,8	8,0	3,6
9	36,0	n/a	30,0	33,1	7,9	4,4
10	50,0	n/a	29,7	33,2	8,0	4,7
11	42,0	9,0	29,4	33,4	8,0	4,5
12	65,0	10,0	28,6	33,4	8,1	4,6

Tabel 3. Analisis komponen utama kelimpahan ikan demersal, indeks kekayaan jenis (indeks Margalef), dan faktor lingkungan

Analisis Komponen Utama		
	PC1	PC2
Persentase variasi kumulatif		
Nilai Eigen	3,13	1,76
% Variasi	39,1	22,0
% Variasi kumulatif	39,1	61,1
Kedalaman	0,525	0,102
Kecerahan	0,201	0,524
Suhu	-0,386	0,164
Salinitas	0,461	0,013
pH	0,376	-0,204
Oksigen terlarut	0,204	0,558
Kelimpahan ikan demersal	-0,118	0,539
Indeks Margalef	0,354	-0,211



Gambar 6. Analisis komponen utama kelimpahan ikan demersal, indeks kekayaan jenis (Indeks *Margalef*), dan faktor lingkungan

Pembahasan

Penelitian sebelumnya menggunakan MV. SEAFDEC 2, menemukan persebaran ikan demersal pada wilayah perairan Indonesia di Laut Cina Selatan didominasi oleh Lutjanidae, Ariidae, Nemipteridae, Synodontidae, Priacanthidae, dan Mullidae (Wudianto & Sumiono 2008). Dominansi jenis ikan demersal di suatu perairan, dapat dipengaruhi oleh faktor waktu penelitian, lokasi, dan jumlah pengambilan contoh menurut strata kedalamannya. Penelitian ini menyajikan persebaran ikan demersal di perairan dangkal pada kedalaman < 30 m, didominasi oleh *Leiognathus splendens* dan *Leiognathus starcorarius* yang termasuk ikan demersal kecil serta memiliki sifat suka bergerombol, tersebar di perairan sepanjang pesisir barat Kalimantan (Gambar 1). Nontji (1993) mengungkapkan bahwa spesies *Leiognathus splendens* banyak ditemukan di Indonesia bagian barat, hidup di perairan dangkal

dan biasanya membentuk gerombolan yang besar. *Nemipterus hexodon*, dan *Epinephelus arolatus* tersebar merata di kedalaman > 40 meter, tetapi lebih dominan ditemukan di kedalaman 60-70 meter. Ini menjelaskan bahwa ikan-ikan kecil menyukai daerah dangkal sebagai tempat hidupnya (Chang *et al.* 2012, Badrudin 2004), dan ikan-ikan berukuran lebih besar banyak ditemukan di perairan dalam (Atmaja *et al.* 2003).

Secara umum kesehatan habitat sumber daya ikan demersal di lokasi penelitian kurang baik. Indeks keanekaragaman untuk tiap-tiap interval kedalaman dibawah nilai 3, interval nilai indeks di bawah atau sama dengan 2,30 masuk kategori “rendah” dan dibawah nilai 3,45 masuk kategori “sedang” (Mason 1996). Kedalaman 30-40 m dan 40-50 m memiliki tingkat kestabilan komunitas yang lebih baik dibanding kedalaman lainnya. Kedalaman 20-30 m memiliki tingkat kestabilan komunitas yang rendah dibanding ke-

dalamannya, dengan nilai indeks dominansi Simpson tertinggi. Indeks kemerataan Pielou (J') dan indeks dominansi Simpson (D_s) bekerja berlawanan dalam menghasilkan perhitungan indeks keanekaragaman. Indeks kemerataan mengukur tingkat kemerataan kelimpahan populasi didalam suatu komunitas, nilai maksimum indeks kemerataan adalah satu, mengindikasikan kelimpahan tiap-tiap populasi berimbang didalam komunitas (Ricotta 2003, Gosselin 2006). Semakin tinggi nilai indeks kemerataan di suatu perairan mengindikasikan semakin baik lingkungan hidup di perairan tersebut. Lingkungan hidup yang baik akan meningkatkan keanekaragaman dalam komunitas. Sebaliknya, semakin tinggi indeks dominansi mengindikasikan kondisi lingkungan hidup yang memburuk dan hanya populasi tertentu yang bertahan dan berkembang, kemudian populasi ini akan mendominasi dalam komunitas (Loiseau *et al.* 2016). Menurut Chang *et al.* (2012), indeks biologi termasuk indeks keanekaragaman Shannon (H') dan indeks kemerataan Pielou (J') menunjukkan kecenderungan semakin meningkat bila mengarah ke wilayah laut.

Menurut Brown *et al.* (1994), persebaran sumber daya ikan sangat dipengaruhi oleh kondisi faktor oseanografis, seperti suhu (Laevastu & Hayes 1981, Valiela 1984, Parson *et al.* 1984), salinitas (Nybakken 1988, Tomascik *et al.* 1997), kecepatan arus, oksigen terlarut (Sumiono *et al.* 2011), dan faktor-faktor oseanografi lainnya. Penelitian sebelumnya di Laut Cina Selatan bagian selatan juga menemukan bahwa persebaran sumber daya ikan demersal sangat dipengaruhi oleh kedalaman, salinitas, dan suhu (Ridho 2004). Hasil analisis komponen utama menyajikan kekayaan jenis memiliki korelasi kuat terhadap kedalaman, perubahan suhu, salinitas dan pH di lokasi penelitian. Kelimpahan ikan demersal sangat terkait dengan oksigen terlarut dan kecerahan

(Edrus & Setyawan 2013). Penelitian ini menyajikan tingkat kekayaan jenis di perairan dangkal dengan kedalaman kurang dari 50 m lebih tinggi dibandingkan dengan kekayaan jenis di perairan dalam dengan kedalaman lebih besar dari 50 m. Kekayaan jenis ikan demersal mengalami penurunan dengan bertambahnya kedalaman perairan (Labropoulou & Papaconstantinou 2004). Secara geografis, stasiun-stasiun pengamatan dengan kedalaman 20-30 m terdistribusi di perairan sepanjang pesisir barat Kalimantan. Pulau Kalimantan memiliki banyak daerah aliran sungai yang terhubung sampai sepanjang pesisir barat Kalimantan. Limpasan air sungai ini memengaruhi kondisi oseanografi di perairan pesisir barat Kalimantan (Murdiyanto 2004), dan memengaruhi persebaran ikan demersal di perairan tersebut (Kusumastanto *et al.* 2006).

Simpulan

Persebaran indeks ekologi sumber daya ikan demersal menunjukkan tingkat kestabilan komunitas yang semakin baik seiring dengan bertambahnya kedalaman. Kedalaman, suhu, dan salinitas merupakan parameter yang paling memengaruhi tingkat kekayaan jenis serta persebaran sumber daya ikan demersal, sedangkan persebaran kelimpahan ikan sangat dipengaruhi oleh oksigen terlarut, dan kecerahan perairan.

Persantunan

Tulisan ini merupakan kontribusi dari kegiatan hasil riset pengkajian stok di Laut Cina Selatan (WPP-NRI 711) dengan menggunakan KM. Madidihang 02, T.A. 2015 di Balai Penelitian Perikanan Laut – Muara Baru, Jakarta.

Daftar pustaka

Allen G, Swainston R, Ruse J. 1999. *Marine fishes of South-east Asia: a field guide for*

- anglers and divers*. Periplus ed. Ltd., Singapore. 292 p.
- Atmadja SB, Nugroho D, Suwarso, Hariati T, Mahisworo. 2003. Pengkajian stok ikan di WPP Laut Jawa. *In*: Widodo J, Wiadnyana NN, Nugroho D (ed.). *Prosiding Forum Pengkajian Stok Ikan Laut 2003 (WPP: Samudera Hindia, Laut Arafura, Laut Cina Selatan dan Laut Jawa)*. Pusat Riset Perikanan Tangkap. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta. pp. 67-88.
- Badrudin. 2004. *Penelitian Sumber daya Ikan Demersal*. Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta. 36 p.
- Badrudin, Aisyah, Ernawati T. 2011. Kelimpahan stok sumber daya ikan demersal di perairan sub area Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 17(1): 11-21.
- Blaber SJM, Brewer DT, Harris AN. 1994. Distribution, biomass, and community structure of demersal fishes of the Gulf of Carpentaria, Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 45(3): 375-396.
- Brown J, Colling A, Park D, Philips J, Rothery D, Wright J. 1994. *Ocean Chemistry and Deep Sea Sediment*. The Open University/ Pergamon Eds. Oxford, Great Britain. 133 p.
- Chang NN, Shiao JC, Gong GC. 2012. Diversity of demersal fish in the East China Sea: Implication of eutrophication and fishery. *Continental Shelf Research*, 47: 42-54.
- Chen X, Zhang X, Zhu X, Zhang H, Liang X, Lei Y, He C. 2016. Exotic plant *Alnus trabeculosa* alters the composition and diversity of native rhizosphere bacterial communities of *Phragmites australis*. *Pedosphere*, 26(1): 108-119.
- Edrus IN, Setyawan IE. 2013. Pengaruh kecerahan air laut terhadap struktur komunitas ikan karang di perairan pulau Belitung. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 19(2): 55-64.
- Fattorini S, Rigal F, Cardoso P, Borges PAV. 2016. Using species abundance distribution models and diversity indices for biogeographical analyses. *Acta Oecologica*, 70: 21-28.
- Food And Agriculture Organization (FAO) species identification guide for fishery purposes. 2001. Volume 5 Bony fishes part 3 (Menidae to Pomacentridae). *In*: Carpenter KE, Niem VH (eds.). *The living marine of the Western Central Pacific*. Fisheries and aquaculture department, Rome. pp 2791-3380.
- Froese R, Pauly D. 2000. *FishBase 2000: concepts, design and data sources*. ICLARM, Los Baños, Laguna, Philippines. 344 p. <http://www.fishbase.org>. [Retrieved on April 2015].
- Gosselin F. 2006. An assessment of the dependence of evenness indices on species richness. *Journal of Theoretical Biology*, 242(3): 591-597.
- Gregorius HR, Gillet EM. 2008. Generalized Simpson-diversity. *Ecological Modelling*, 211: 90-96.
- Kailola PJ, Tarp TG. 1984. *Trawled fishes of Southern Indonesia and Northwestern Australia*. Australian Development Assistance Bureau, Australia; Directorate General of Fisheries, Indonesia; German Agency for Technical Cooperation, German. 406 p.
- Kusumastanto T, Adrianto L, Damar A. 2006. Materi Pokok Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut. Universitas Terbuka, Jakarta. 6 modul.
- KKP. 2014. *Permen KP No. 18/Permen-KP/2014 tentang Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia*. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Labropoulou M, Papaconstantinou C. 2004. Community structure and diversity of demersal fish assemblages: the role of fishery. *Scientia Marina*, 68(Suppl. 1): 215-226.
- Laevastu T, Hayes ML. 1981. *Fisheries Oceanography and Ecology*. Fishing News Books Ltd., England. 199 p.
- Listopad CMCS, Masters RE, Drake J, Weishampel J, Branquinho C. 2015. Structural diversity indices based on airborne LiDAR as ecological indicators for managing highly dynamic landscapes. *Ecological Indicators*, 57: 268-279.
- Loiseau N, Gaertner JC, Kulbicki M, Merigot B, Legras G, Taquet M, Gaertner-Mazouni N. 2016. Assessing the multicomponent aspect of coral fish diversity: The impact of sampling unit dimensions. *Ecological Indicators*, 60: 815-823.
- Magurran AE. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press, New Jersey. 179 p.

- Mason CF. 1996. *Biology of Freshwater Pollution*. 3rd Ed. Longman Scientific and Technical. Longman Singapore Publisher (Pte). Ltd., Singapore. 1748 p.
- Murdiyanto B. 2004. *Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Pantai*. Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap, Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta. 200 p.
- Nontji A. 1993. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan, Jakarta. 367 hlm.
- Nybakken JW. 1988. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Diterjemahkan oleh Eidman M, Koesobiono, Bengen DG, Huto-mo M, Sukardjo S. PT. Gramedia, Jakarta. 480 p.
- Parson TR, Takahashi M, Hargrave B. 1984. *Biological Oceanographic Processes*. Third Edition. Pergamon Press, UK. 330 p.
- Rainer SF, Munro ISR. 1982. Demersal fish and cephalopod communities of an unexploited coastal environment in Northern Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 33(6): 1039-1055.
- Ricotta C, Avena G. 2003. On the relationship between Pielou's evenness and landscape dominance within the context of Hill's diversity profiles. *Ecological Indicator*, 2(4): 361-365.
- Ricotta C. 2003. On parametric evenness measures. *Journal of Theoretical Biology*, 222(2): 189-197.
- Ridho MR. 2004. Distribusi, Kepadatan biomassa dan struktur komunitas ikan demersal di Perairan Laut Cina Selatan. *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 135 p.
- Subburayalu S, Sydnor TD. 2012. Assessing street tree diversity in four Ohio communities using the weighted Simpson index. *Landscape and Urban Planning*, 106(1): 44-50.
- Sumiono B, Ernawati T, Suprpto. 2011. Kepadatan stok ikan demersal dan beberapa parameter kualitas air di perairan Tegal dan sekitarnya. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 17(2): 95-103.
- Suratissa DM, Rathnayake US. 2016. Diversity and distribution of fauna of the Nasese Shore, Suva, Fiji Island with reference to existing threats to the biota. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 9(1): 11-16.
- Tomascik T, Mah AJ, Nontji A, Moosa MK. 1997. *The Ecology of Indonesian Seas*. Part Two. The Ecology of Indonesia Series. Periplus Editions (HK) Ltd., Singapore. 1388 p.
- Valiela I. 1984. *Marine Ecological Processes*. Library of Congress Ocean Catalogy in Publication. Data, New York, USA. 642 p.
- Wagner HH, Edwards PJ. 2001. Quantifying habitat specificity to assess the contribution of a patch to species richness at a landscape scale. *Landscape Ecology*, 16(2): 121-131.
- Widodo J, Aziz KA, Priyono BE, Tampubolon GA, Naamin N, Djamali A. 1998. *Potensi dan Penyebaran Ikan Laut di Perairan Indonesia*. Komisi Nasional Pengkajian Stok Ikan Laut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta, Indonesia. 251 p.
- Wudianto, Sumiono B. 2008. Demersal fish resources result of MV SEAFDEC 2 survey in the South China Sea of Indonesia. *Indonesia Fisheries Research Journal*, 14(2): 67-74.

Makanan dan pertumbuhan ikan bandeng, *Chanos chanos* (Forsskal, 1775) tebaran di Waduk Sermo, Kulon Progo

[Food and the growth of introduced milkfish, *Chanos chanos* (Forsskal, 1775) in Sermo Reservoir, Kulon Progo]

Djumanto ✉, Bayu Eko Pranoto, Vinta Seta Diani, Eko Setyobudi

Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian, UGM.
Jl. Flora No1, Bulaksumur, Yogyakarta.55281

Diterima: 08 Februari 2016; Disetujui: 24 Januari 2017

Abstrak

Tujuan penelitian adalah untuk mengkaji makanan dan pertumbuhan ikan bandeng tebaran di waduk Sermo Kabupaten Kulon Progo. Penelitian dilakukan dengan menebar yuwana ikan bandeng yang panjang tubuh berkisar 5-7 cm dan bobot 0,6-1,0 g ke perairan Waduk Sermo sebanyak 10.000 ekor. Sampling ikan bandeng menggunakan jaring insang dilakukan tiap bulan sekali dari Mei sampai Oktober 2015. Ikan bandeng yang terjerat jaring dibawa ke laboratorium untuk diukur panjang, ditimbang bobot individu, dan dilakukan pembedahan untuk diambil saluran pencernaannya. Sampling plankton dilakukan dengan mengambil air permukaan menggunakan ember dan menyaring dengan plankton net, kemudian diawetkan dalam larutan formalin hingga identifikasi dan penghitungan jenisnya. Data dianalisis untuk menentukan jenis makanan dan pemilihan makanan, laju pertumbuhan, panjang usus relatif, dan hubungan panjang bobot. Hasil penelitian menunjukkan panjang usus relatif ikan bandeng sebesar 5,4-6,4 yang dikategorikan sebagai ikan herbivora. Jenis makanan yang ditemukan pada ikan berukuran <14 cm hanya fitoplankton, sedangkan zooplankton ditemukan pada ikan yang berukuran >15 cm. Proporsi zooplankton pada usus ikan semakin banyak seiring ukuran ikan bandeng. Jenis fitoplankton yang ditemukan dominan pada saluran pencernaan adalah *Nitzschia* sp., sedangkan zooplankton adalah *Cyclop* sp. dan *Diaptomus* sp. Yuwana ikan bandeng dapat tumbuh baik di kawasan Waduk Sermo. Laju pertumbuhan panjang harian berkisar 0,0084 – 0,2056 cm, sedangkan laju pertumbuhan bobot harian berkisar 0,0630-1,1182 g. Hubungan panjang bobot ikan bandeng membentuk persamaan $W=0,0069 L^{3,0186}$ dengan indeks regresi $R^2=0,98$, sehingga ikan bandeng cenderung memiliki pola pertumbuhan isometrik. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui dampak introduksi ikan bandeng pada komunitas ikan di Waduk Sermo.

Kata penting: bandeng, makanan, pertumbuhan, tebaran, Waduk Sermo

Abstract

The purpose of the research was to study feeding preferences and the growth of milkfish introduction into Sermo reservoir Kulon Progo regency. Research was carried out by introduction of milkfish juvenile which body length was ranges of 5-7 cm and weight of 0.6-1.0 g at a number of 10,000 individual fish. Fish sampling using gill nets was conducted monthly from May to October 2015. The captured milkfish brought to the laboratory for some measurements i.e length and weight of an individual fish, intestine length, and gut content investigation. The surface water plankton sample collected by a plankton net, then preserved in formaldehyde, identified and counted the number each plankton species. Data were analyzed to determine relative gut length, food type and feeding preferences, growth rate and length weight relationships. The results showed that relative intestinal length was 5.4 to 6.4, so milkfish categorized as herbivores. Phytoplankton was the only food found in the intestine fish size <14 cm, while zooplankton was found in fish size >15 cm. Zooplankton proportion in digestive tract increased as well as the size of milkfish. The dominant species of phytoplankton found in the digestive tract was *Nitzschia* sp., whereas zooplankton was *Cyclop* sp. and *Diaptomus* sp. The juvenile milkfish growth well in Sermo reservoir. The growth rate of daily length was ranged from 0.0084 to 0.2056 cm, while the growth rate of daily weight ranged from 0.0630 to 1.1182 g. The length weight relationship of milkfish formed an equation $W = 0.0069 L^{3.0186}$ with the regression index $R^2 = 0.98$, so the growth of milkfish showed an isometric growth pattern. Further research is needed to determine the impact of the introduction of milkfish to the fish communities in the Sermo reservoir area.

Keywords: milkfish, food, growth, introduction, Sermo Reservoir

Pendahuluan

Bendungan Waduk Sermo terletak di Dusun Sermo, Desa Hargowilis, Kecamatan Kokap,

Kabupaten Kulon Progo, diresmikan oleh presiden RI tanggal 20 November 1996. Waduk Sermo memiliki luas genangan ± 157 ha dengan daya tampung air sebanyak 25 juta m³ yang digunakan sebagai sumber baku air minum, irigasi, wi-

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: lely4192@yahoo.com

sata, dan untuk penggunaan lainnya. Ikan yang ditemukan pada awal penggenangan waduk Sermo adalah ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*), karper (*Cyprinus carpio*), lele (*Clarias* sp.), gabus (*Chana striata*), nila (*Oreochromis niloticus*), mujair (*Oreochromis mossambicus*), wader cakul (*Barbodes binotatus*), wader pari (*Rasbora lateristriata*), uceng (*Nemacheilus fasciatus*), dan cethul (*Poeciliata reticulata*) (Triyatmo *et al.* 1997, Djumanto *et al.* 2008).

Pada awal penggenangan air waduk hingga tahun 2000-an, beberapa instansi pemerintah melakukan penebaran ikan di Waduk Sermo untuk meningkatkan populasi ikan dan hasil tangkapan nelayan, misalnya nila hitam (*Oreochromis niloticus*), nila merah (*Oreochromis* sp.), dan karper (*Cyprinus carpio*). Pada saat penebaran benih ikan nila merah, benih tersebut diduga tercampur dengan benih ikan *red devil* (*Ampilophus labiatus*), karena benih ikan nila merah dan *red devil* memiliki kemiripan warna dan bentuk. Selain itu, beberapa pembudidaya ikan melakukan pembesaran beberapa jenis ikan untuk kebutuhan konsumsi maupun sebagai ikan hias, misalnya nila merah, karper, bawal (*Colossoma macropomum*), *red devil*, dan managuin (*Nandopsis managuense*). Pada saat pemeliharaan ikan budi daya tersebut, beberapa jaring keramba pemeliharaan mengalami kerusakan karena bencana alam, umur jaring, dan faktor lainnya sehingga sebagian ikan peliharaan termasuk ikan *red devil* terlepas ke perairan waduk. Ikan *red devil* mampu beradaptasi terhadap lingkungan Waduk Sermo, mampu berkembang biak dan predator alami relatif tidak ada, sehingga populasi ikan *red devil* semakin banyak (Setyobudi & Subagja 2004, Habibie *et al.* 2015).

Introduksi ikan di perairan umum daratan merupakan upaya memasukkan jenis ikan baru (asing) dari luar kawasan perairan yang sebelum-

nya ikan tersebut tidak ditemukan. Salah satu tujuan introduksi ikan adalah untuk meningkatkan jenis ikan yang ada, sehingga biomassa ikan dan hasil tangkapan nelayan meningkat. Tujuan yang lain adalah untuk mengendalikan pertumbuhan gulma atau tumbuhan air, mengendalikan organisme penyebar penyakit atau hama tanaman, memanfaatkan relung makanan yang kosong, menyediakan jenis ikan untuk kegiatan olahraga (*sport fishing*), mengembalikan atau memulihkan jenis ikan yang terancam kepunahan dan tujuan lainnya (Rahardjo 2011, Umar & Sulaiman 2013). Introduksi ikan ke perairan umum darat di Indonesia sebagian besar dilakukan pada perairan tawar lentik (rawa, waduk, danau, embung, dan genangan lainnya) dengan berbagai jenis ikan air tawar yang ditujukan untuk meningkatkan produksi biomassa ikan.

Populasi ikan *red devil* di Waduk Sermo sejak tahun 2010 semakin melimpah, tidak terkendali dan mendominasi hasil tangkapan, serta secara perlahan menggantikan populasi ikan asli terutama yang memiliki nilai jual di masyarakat sekitar waduk relatif tinggi (Supardjo & Djumanto 2014; Habibie *et al.* 2015). Ikan *red devil* memiliki postur tubuh yang tipis, rerata bobot tubuh individu lebih kecil daripada nila hitam, tulang sirip yang keras dan tajam, harga yang sangat murah ($\pm$ Rp 4000,00 per kg). Meningkatnya populasi ikan *red devil* menyebabkan hasil tangkapan dan penghasilan nelayan menurun (Supardjo & Djumanto 2014). Upaya untuk meningkatkan jenis ikan di perairan Waduk Sermo adalah dengan melakukan penebaran ikan. Salah satu jenis ikan yang belum pernah ditebar di perairan Waduk Sermo adalah ikan bandeng (*Chanos chanos*). Ikan bandeng merupakan ikan air payau yang memiliki toleransi salinitas sangat luas, mulai dikenalkan sebagai ikan introduksi perair-

an tawar oleh Tjahjo & Purnamaningtyas (2009) di perairan Waduk Ir. H. Djuanda.

Ikan bandeng merupakan salah satu jenis ikan pemakan plankton yang cenderung generalis, makanan utamanya adalah diatom, alga hijau berfilamen dan detritus (Rao & Sivani 1996, Franklin *et al.* 2006, Prayitno *et al.* 2015). Introduksi ikan bandeng untuk mengendalikan populasi plankton dan meningkatkan hasil tangkapan nelayan pertama kali dilakukan di perairan Waduk Ir.H Djuanda pada bulan Juli sampai Agustus 2008 sebanyak 2.116.000 ekor (Tjahjo & Purnamaningtyas 2009). Ikan bandeng yang diintroduksi di perairan tersebut mampu memanfaatkan kelimpahan plankton dan memiliki laju pertumbuhan yang sangat cepat ($K=3,381$; dengan $L_{\infty}=45$ cm).

Ikan bandeng memiliki toleransi salinitas yang sangat luas, mulai dari asin (35 ppt) hingga tawar (0 ppt), sehingga dapat dipelihara pada perairan asin hingga tawar (Coad 2015). Ikan bandeng banyak ditemukan di perairan laut, muara sungai, dan perairan pantai (Coad 2015). Ikan bandeng sebagai komoditas budi daya di air payau dan asin telah banyak dikenal masyarakat sejak lama (Chong *et al.* 1984). Ikan ini telah dimanfaatkan untuk sumber protein hewani bagi masyarakat pesisir maupun komoditas perdagangan dengan harga yang cukup tinggi. Ikan bandeng sebagai sumber protein hewani di Asia Tenggara yang sangat penting, banyak dibudidayakan pada kawasan tambak di Filipina, Indonesia, dan Taiwan. Di Filipina nama ikan bandeng dikenal dengan nama lokal sebagai bangos, bangus, atau Sabalo. Panjang ikan bandeng di perairan laut ± 100 cm dan dapat mencapai panjang maksimum 180 cm (Nelson *et al.* 2016).

Penebaran ikan bandeng di perairan waduk mempunyai prospek yang baik sebagai penyedia sumber protein masyarakat, sumber

keragaman ikan dan sebagai pengendali populasi fitoplankton. Penebaran ikan bandeng di perairan Waduk Ir.H Djuanda telah terbukti mampu mengendalikan populasi plankton, namun informasi penebaran ikan bandeng di perairan Waduk Sermo hingga saat ini belum pernah ada. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang ikan bandeng introduksi di Waduk Sermo, terutama kemampuannya memanfaatkan sumber makanan dan pertumbuhannya. Adanya data tentang makanan dan pertumbuhan ikan bandeng introduksi di Waduk Sermo dapat dijadikan acuan dalam pengambilan kebijakan pengelolaan stok ikan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji makanan dan pertumbuhan ikan bandeng tebaran di Waduk Sermo Kabupaten Kulon Progo.

Bahan dan metode

Sumber benih yuwana ikan bandeng

Benih yuwana ikan bandeng diperoleh dari Balai Benih Ikan (BBI) di Sundak, Kabupaten Gunungkidul. Induk ikan bandeng dipijahkan pada minggu pertama bulan Februari 2015. Telur hasil pemijahan ditetaskan pada bak penetasan yang diaerasi terus menerus, dan selanjutnya ditebar pada kolam pendederan hingga menjadi benih yuwana dengan ukuran panjang berkisar 5-7 cm dan bobot 0,6-1,0 g. Kondisi air media pemeliharaan larva, yaitu suhu 27-31°C, salinitas $\pm 30\text{‰}$, pH 7-8, dan oksigen 5-7 mg L⁻¹. Beberapa hari menjelang pemanenan ikan untuk penebaran di Waduk Sermo, salinitas air pada bak pendederan $\pm 30\text{‰}$ diturunkan secara bertahap hingga 0‰.

Benih yuwana ikan bandeng yang sudah diaklimatisasikan pada perairan tawar selanjutnya dipanen dan ditampung sementara pada bak penampungan yang dilengkapi aerator. Pengangkutan dengan sistem tertutup menggunakan kantong plastik yang diberi oksigen. Pada tiap kan-

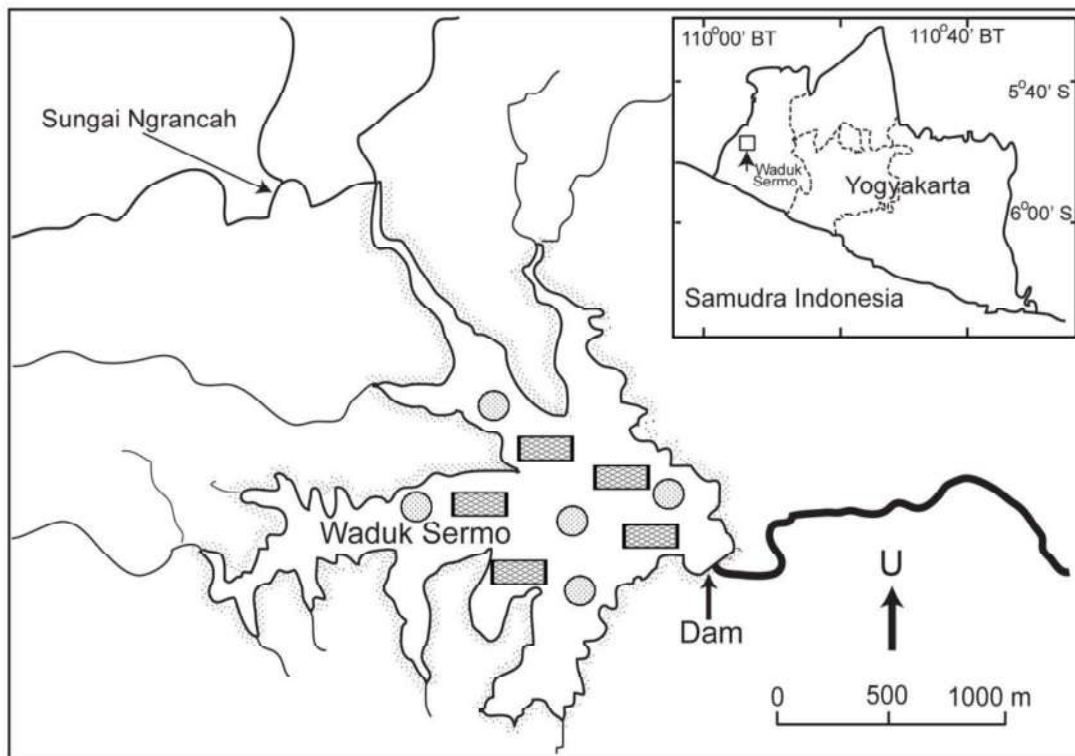
tong plastik volume 30 liter dimasukkan yuwana ikan bandeng sebanyak ± 500 ekor, kemudian ditambahkan gas oksigen murni dengan perbandingan air: udara sebanyak 1:2. Yuwana ikan bandeng diangkut menggunakan kendaraan darat yang dilakukan pada pagi hari. Setibanya di Waduk Sermo, kantong plastik yang berisi yuwana ikan bandeng diaklimatisasi pada perairan waduk selama 2-3 jam. Yuwana ikan bandeng ditebar pada lima stasiun, yaitu di outlet (dekat dam), inlet (muara sungai, dua stasiun) dan di tengah waduk (dua stasiun). Lokasi penebaran yuwana ikan bandeng dan penangkapannya pada tiap sampling disajikan pada Gambar 1. Tiap stasiun ditebar sebanyak 4 kantong, sehingga jumlah yuwana ikan bandeng yang ditebar seluruhnya sekitar 10.000 ekor. Penebaran yuwana ikan bandeng di Waduk Sermo dilakukan pada tanggal 4 April 2015, sehingga rerata umur saat penebaran berkisar 3 bulan.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian berupa jaring insang dengan ukuran mata jaring 1,25; 1,5; 1,75; 2,0 inci, penggaris (ketelitian 0,1 cm), timbangan (ketelitian 0,1 dan 0,01 mg), jaring plankton dan mikroskop untuk pengamatan jenis plankton. Bahan yang diperlukan yaitu sampel ikan bandeng hasil tangkapan jaring di Waduk Sermo.

Tatalaksana penelitian

Pengambilan sampel plankton dilakukan dengan cara menyaring air menggunakan jaring plankton bukaan mata 86 μm . Air diambil menggunakan ember bervolume 5 liter sebanyak enam kali sehingga total air yang disaring 30 liter, kemudian air tersaring sebanyak 30 ml ditambahkan formalin hingga kadar 4% dan disimpan dalam botol plastik. Lokasi sampling plankton sama dengan lokasi pemasangan jaring insang.



Gambar 1. Lokasi penebaran yuwana (tanda lingkaran) dan stasiun sampling ikan bandeng (tanda kotak persegi) di Waduk Sermo

Sampel ikan bandeng diperoleh dengan melakukan penangkapan tiap bulan sekali dari Mei hingga Oktober 2015, menggunakan jaring insang berukuran 1,25; 1,5; 1,75; 2,0 inci, yang dioperasikan nelayan setempat. Setiap sampel ikan bandeng yang tertangkap kemudian disimpan dalam kotak penyimpanan ikan dan dibawa ke laboratorium untuk diukur panjang total dan ditimbang bobot individu, serta dianalisis isi alat pencernaannya. Panjang total diukur dari ujung rahang atas hingga ujung ekor menggunakan mistar logam hingga milimeter terdekat. Bobot individu ditimbang menggunakan timbangan elektrik ketelitian 0,1 gram. Jenis makanan ikan bandeng diamati dengan membuka perut, mengeluarkan isi usus, kemudian mengidentifikasi jenisnya di bawah mikroskop menggunakan buku panduan identifikasi plankton (Shirota 1996, Verlencar 2004, Barsanti & Gualtieri 2006).

Analisis hasil

Kemelimpahan plankton

Setiap botol sampel plankton awetan dikocok dengan membalik-balik botol kemudian diambil 1 ml menggunakan pipet, dan kemudian dengan lembut dituangkan secara merata ke *Sedgwick-Rafter Counting Cell*. Sampel plankton diamati dibawah mikroskop cahaya pada pembesaran 100, 200 atau 400. Plankton diidentifikasi hingga tingkat spesies atau genera menggunakan kunci taksonomi dan dihitung (Shirota 1996, Verlencar 2004, Barsanti & Gualtieri 2006). Penghitungan individu plankton dilakukan pada seluruh kolom bidang pandang *Sedgwick-Rafter Counting Cell*, dimulai dari sudut kanan atas hingga kiri bawah dan dari yang paling melimpah kemudian diikuti yang jarang. Kepadatan populasi fitoplankton dan zooplankton diperkirakan dari jumlah sel m^{-3} dan individu m^{-3} , berdasarkan volume air sampel yang tersaring oleh ja-

ring plankton dan dengan asumsi efisiensi pengambilan sampel 100%. Kelimpahan total plankton dihitung dengan formula:

$$N = n_i \times \frac{V_r}{V_0} \times \frac{1}{V_s} \times 1000$$

Keterangan: N= Jumlah total individu (sel, ind) plankton m^{-3} , n_i = Jumlah sel atau individu yang teramati spesies ke-i, v_r = volume air tersaring (30 ml), v_0 = volume air diamati pada *Sedgwick-Rafter* (1 ml), v_s = volume air yang disaring (30 liter), 1000 = konversi liter kedalam satuan m^3 .

Makanan

Proporsi panjang usus relatif terhadap panjang tubuh digunakan untuk menetapkan tingkat trofik ikan. Berdasarkan panjang usus relatif, ikan dibedakan menjadi karnivora (< 1), omnivora (1–3), dan herbivora (> 3) (Biswas 1993)

$$\text{Panjang usus relatif} = \frac{\text{Panjang usus}}{\text{Panjang tubuh}}$$

Frekuensi kejadian ditentukan dengan mencatat keberadaan masing-masing organisme yang terdapat dalam sejumlah alat pencernaan ikan yang berisi bahan makanannya dan dinyatakan dalam persen. Frekuensi kejadian makanan dihitung dengan rumus :

$$FK = \frac{N_i}{I} \times 100\%$$

Keterangan: FK = frekuensi kejadian, N_i = jumlah total satu jenis organisme yang ditemukan dalam lambung ikan, I = total lambung ikan berisi makanan.

Indeks bagian terbesar digunakan untuk menganalisis jenis makanan ikan dan menilai jenis makanan yang paling banyak dimakan ikan. Analisis indeks bagian terbesar dihitung dengan rumus:

$$I_i = \frac{V_i \cdot O_i}{\sum_{i=1}^n V_i \cdot O_i} \times 100$$

Keterangan: I_i = indeks bagian terbesar, V_i = persentase volume makanan ikan jenis ke-i, O_i = persentase frekuensi kejadian makanan jenis ke-i, n = jumlah organisme makanan ikan ($i = 1, 2, 3, \dots, n$).

Tiap jenis ikan memiliki kesukaan terhadap jenis makanan tertentu, sehingga proporsi tiap jenis makanan yang terdapat di dalam alat

pencernaan ikan bervariasi. Indeks pilihan merupakan perbandingan antara organisme makanan ikan yang terdapat dalam lambung dengan organisme makanan ikan yang terdapat dalam perairan. Indeks pilihan mempunyai rentang nilai -1 sampai +1, digunakan untuk menentukan kesukaan ikan terhadap jenis makanan tertentu (Effendie 2002), dengan formula berikut :

$$E = \frac{r_i - p_i}{r_i + p_i}$$

Keterangan: r_i = jumlah relatif macam-macam organisme yang dimakan, p_i = jumlah relatif macam organisme dalam perairan.

Pertumbuhan panjang dan bobot

Rerata panjang ikan bandeng yang tertangkap pada setiap sampling dihitung dengan formula:

$$L_t = \sum \frac{L_i}{n}$$

Keterangan: L_t = rerata panjang (cm) ikan pada umur t (waktu sampling), L_i = panjang ikan ke i , n = jumlah ikan yang diukur panjangnya.

Rerata bobot ikan bandeng yang tertangkap pada saat sampling dihitung dengan formula:

$$W_t = \sum \frac{W_i}{n}$$

Keterangan: W_t = rerata bobot ikan pada umur t (g), W_i = bobot ikan ke i , n = jumlah ikan yang ditimbang.

Laju pertumbuhan harian dihitung dengan formula:

$$LPH = \frac{(\ln L_{t+1} - \ln L_t)}{t} \times 100$$

Keterangan: LPH = laju pertumbuhan harian, L_t = rerata panjang saat sampling, L_{t+1} = rerata panjang pada sampling periode berikutnya.

Hubungan panjang-bobot diperoleh dengan menggunakan korelasi dan regresi linier, dengan persamaan (Effendie 2002):

$$W = aL^b$$

Keterangan: W = bobot ikan (g), L = panjang ikan (cm), a dan b = parameter

Hasil

Penebaran yuwana ikan bandeng

Sumber yuwana ikan bandeng yang ditebar di Waduk Sermo diperoleh dari Balai Benih Ikan (BBI) Sundak, Kabupaten Gunungkidul. Penebaran dilakukan pada pagi hari sekitar pukul 09.00-10.00, di beberapa lokasi stasiun yang sudah ditentukan. Pada saat penebaran terdapat beberapa ekor yuwana yang mati karena proses penanganan dan pengangkutan dari tempat pembenihan hingga penebaran di Waduk Sermo. Tingkat kematian saat pengangkutan yuwana ikan bandeng diperkirakan mencapai sekitar 0,6% yang terdiri atas berbagai ukuran.

Penebaran ikan bandeng stadia yuwana berlangsung pada tanggal 4 April 2015. Jumlah ikan yang ditebar sebanyak 10.000 ekor. Ikan bandeng berukuran kisaran panjang total 3,5-5,0 cm dengan rerata $4,21 \pm 0,45$ cm dan bobot individu 0,3-1,0 g dengan rerata $0,55 \pm 0,20$ g. Panjang dan bobot yuwana ikan bandeng introduksi sangat bervariasi meskipun berasal dari kelompok umur (kohort tetasan) yang sama.

Ikan bandeng mulai tertangkap oleh jaring insang dengan bukaan mata 1,25 inci pada pertengahan bulan Mei. Ikan bandeng yang tertangkap jaring insang dikelompokkan menjadi empat kelas dengan selang ukuran 5 cm, yakni kelompok terkecil <15 cm, 16-20 cm, 21-25 cm, dan terbesar >26 cm.

Jenis plankton di perairan Waduk Sermo

Komposisi jenis plankton di perairan Waduk Sermo disajikan pada Tabel 1. Jenis fitoplankton yang terdapat di Perairan Waduk Sermo sebanyak sembilan spesies terdiri atas *Diatom elongatum*, *Ephitemia* sp., *Mallomonas* sp., *Nitzschia* sp., *Spirogyra* sp., *Surirella elegans*, *Synedra ulna*, *Tabellaria fenestrata*, dan *Tribo-nema* sp. Zooplankton yang terdapat di perairan

Waduk Sermo terdiri atas delapan spesies, yaitu *Aapidiaca* sp., *Arcella* sp., *Cyclop* sp., *Daphnia* sp., *Diaptomus* sp., *Euglypha* sp., *Halocypris globosa*, dan *Phyllirrhoe bucephalua*. Pada setiap sampling spesies fitoplankton yang paling banyak ditemukan adalah *Nitzschia* sp., sedangkan zooplankton adalah *Cyclop* sp.

Komposisi jenis makanan

Komposisi jenis makanan yang dikonsumsi ikan bandeng terdiri atas fitoplankton dan zooplankton (Tabel 2). Komposisi makanan ikan bandeng didominasi oleh fitoplankton. Komposisi fitoplankton mencapai 100% pada ukuran pan-

jang <15 cm dan semakin menurun seiring pertumbuhan ikan. Jenis fitoplankton yang dominan adalah *Nitzschia* sp. dan zooplankton yang dominan adalah *Cyclop* sp.

Kehadiran jenis makanan

Frekuensi jenis makanan menggambarkan jumlah atau persentase jenis makanan yang ditemukan pada saluran pencernaan ikan terhadap jumlah ikan yang berisi makanan. Frekuensi jenis makanan disajikan pada Tabel 3. Kehadiran jenis makanan sangat bervariasi antarindividu ikan yang diamati.

Tabel 1. Kelimpahan rerata fitoplankton (sel m⁻³) dan zooplankton (ind m⁻³) di Waduk Sermo

Spesies	Mei	Jul	Agu	Sep	Rerata	%
FITOPLANKTON						
<i>Diatom elongatum</i>	56.818	80.300	18.150	154.963	77.558	14,7
<i>Ephitemia</i> sp.	0	0	4.091	49.088	13.295	2,5
<i>Mallomonas</i> sp.	0	0	5.000	60.638	16.409	3,1
<i>Nitzschia</i> sp.	89.091	145.750	19.800	190.575	111.304	21,0
<i>Spirogyra</i> sp.	46.364	70.950	11.550	107.800	59.166	11,2
<i>Surirella elegana</i>	52.727	68.750	15.950	142.450	69.969	13,2
<i>Synedra</i> sp.	63.636	81.950	18.150	165.550	82.322	15,6
<i>Tabellaria fenestrata</i>	18.182	29.700	7.150	55.825	27.714	5,2
<i>Tribonema</i> sp.	50.455	74.250	17.050	143.413	71.292	13,5
Total	377.273	551.650	116.891	1.070.300	529.028	
ZOOPLANKTON						
<i>Aapidiaca</i> sp.	0	0	30.250	43.313	18.391	2,8
<i>Arcella</i> sp.	75.000	107.250	77.000	140.525	99.944	15,4
<i>Cyclop</i> sp.	79.545	123.750	145.750	263.725	153.193	23,6
<i>Daphnia</i> sp.	69.545	88.000	115.500	212.713	121.439	18,7
<i>Diaptomus</i> sp.	68.182	99.550	117.700	223.300	127.183	19,6
<i>Euglypha</i> sp.	65.909	83.600	86.900	153.038	97.362	15,0
<i>Halocypris globosa</i>	0	0	14.300	30.800	11.275	1,7
<i>Phyllirrhoe bucephalua</i>	0	0	27.500	55.825	20.831	3,2
Total	358.181	502.150	614.900	1123.238	649.617	

Tabel 2. Komposisi makanan ikan bandeng di Waduk Sermo berdasarkan kelompok ukuran panjang

Kelas ukuran panjang (cm)	Jumlah sampel (ekor)	Rerata bobot (g)	Kelompok makanan dominan (%)	Jenis makanan dominan (%)
<15	9	17,4	Fitoplankton (100)	<i>Nitzschia</i> sp. (56)
16-20	6	50,2	Fitoplankton (86)	<i>Nitzschia</i> sp. (76)
21-25	30	95,6	Zooplankton (65)	<i>Cyclop</i> sp. (36)
>26	19	150,0	Zooplankton (55)	<i>Cyclop</i> sp. (37)

Tabel 3. Frekuensi jenis makanan yang ditemukan pada saluran pencernaan ikan bandeng (n=114 ekor)

Kelompok	Jenis makanan	Frekuensi (%)
Fitoplankton	<i>Diatom elongatum</i>	29,31
	<i>Nitzschia</i> sp.	67,24
	<i>Spirogyra</i> sp.	31,03
	<i>Surirella elegana</i>	34,48
	<i>Synedra</i> sp.	35,34
	<i>Tribonema</i> sp.	50,86
Zooplankton	<i>Arcella</i> sp.	46,55
	<i>Cyclop</i> sp.	69,83
	<i>Daphnia</i> sp.	48,28
	<i>Diaptomus</i> sp.	69,83
	<i>Euglypha</i> sp.	55,17

Jenis fitoplankton yang ditemukan pada saluran pencernaan ikan bandeng terdiri atas *Diatom elongatum*, *Nitzschia* sp., *Spirogyra* sp., *Surirella elegana*, *Synedra* sp., *Tribonema* sp. Jenis zooplankton yang ditemukan adalah *Daphnia* sp., *Diaptomus* sp., *Euglypha* sp. Kehadiran jenis makanan dari kelompok fitoplankton berkisar 31,31%-67,24% dan yang paling banyak adalah *Nitzschia* sp. Pada kelompok zooplankton, kehadiran jenis makanan zooplankton berkisar 46,55-69,83%. Variasi kehadiran jenis makanan pada kelompok fitoplankton lebih besar daripada kelompok zooplankton.

Indeks bagian terbesar

Indeks bagian terbesar menggambarkan makanan ikan (Tabel 4). Berdasarkan indeks bagian terbesar, ikan bandeng yang berukuran <14 cm memiliki makanan utama *Nitzschia* sp. dan makanan lainnya adalah *Diatom elongatum*, *Surirella elegana*, dan *Synedra* sp. Ikan bandeng ukuran >15 cm mulai mengonsumsi zooplankton dalam menunya, sebaliknya proporsi fitoplankton mulai berkurang. Jenis fitoplankton yang dominan menjadi makanan ikan bandeng pada ukuran 15-25 cm adalah *Nitzschia* sp. dan *Tribonema* sp. Pada ukuran >26 cm proporsi zooplankton se-

makin banyak dan makanan yang dominan adalah *Cyclop* sp., *Diaptomus* sp., dan *Euglypha* sp.

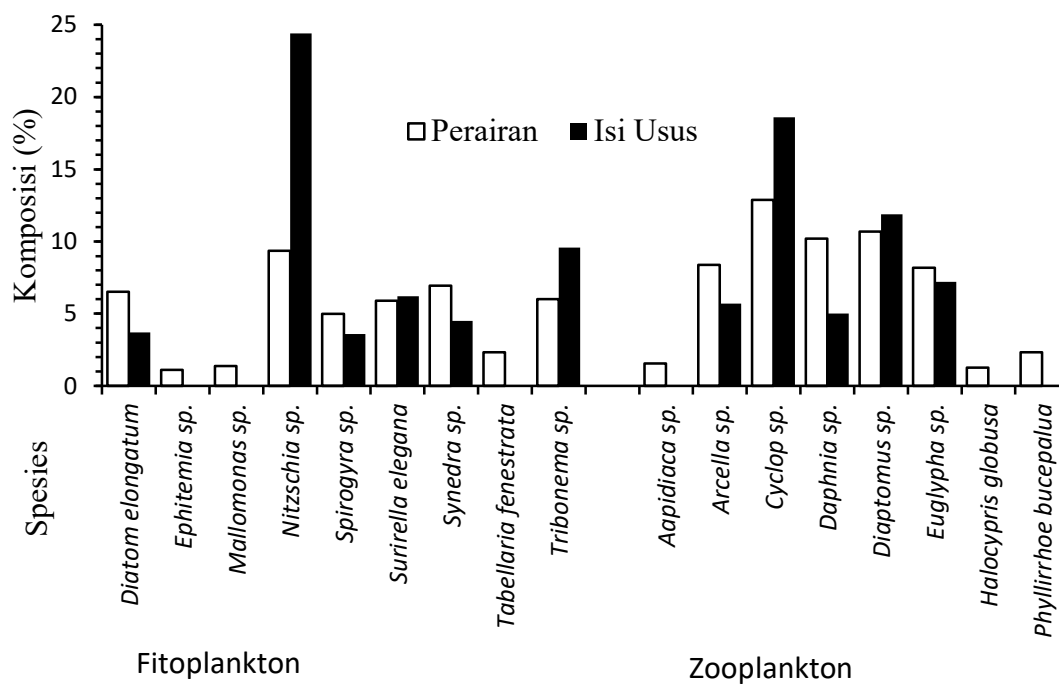
Komposisi dan pemilihan makanan

Komposisi jenis plankton di perairan waduk dan jenis makanan ikan bandeng disajikan pada Gambar 2. Jenis fitoplankton yang ada di perairan waduk sebanyak 9 spesies, sedangkan jenis fitoplankton yang ditemukan dalam usus ikan bandeng sebanyak 6 spesies. Demikian halnya jenis zooplankton yang ada di perairan sebanyak 8 spesies, sedangkan yang ditemukan dalam usus ikan bandeng sebanyak 5 spesies. Fitoplankton yang tidak ditemukan dalam usus ikan bandeng adalah *Ephitemia* sp., *Mallomonas* sp. dan *Tabellaria fenestrata*. Zooplankton yang tidak ditemukan dalam usus ikan *Aapidia* sp., *Holocypis globosa*, dan *Phyllirrhoe bucephala*.

Berdasarkan kuantitasnya, besaran persentase fitoplankton jenis *Nitzschia* sp. dan *Tribonema* sp. dalam usus ikan bandeng masing-masing mencapai dua kali dan satu setengah kali lebih banyak daripada persentase jenis fitoplankton yang sama di perairan waduk. Pada zooplankton, persentase *Cyclop* sp. di dalam usus ikan satu setengah kali lebih banyak daripada persentase jenisnya di perairan waduk.

Tabel 4. Indeks bagian terbesar makanan ikan bandeng di Waduk Sermo pada bulan Mei - Oktober 2015

Kelompok makanan	Jenis makanan	Kelompok panjang ikan (cm)			
		<14	15-19	20-25	>26
Fitoplankton	<i>Diatom elongatum</i>	10,9	0,0	2,0	5,6
	<i>Nitzschia</i> sp.	64,0	31,9	15,3	6,3
	<i>Spirogyra</i> sp.	0,0	6,8	4,0	1,7
	<i>Surirella elegana</i>	12,0	7,4	2,3	6,1
	<i>Synedra</i> sp.	13,1	2,4	3,6	3,2
	<i>Tribonema</i> sp.	0,0	19,3	10,4	4,0
Zooplankton	<i>Arcella</i> sp.		1,8	6,2	9,0
	<i>Cyclop</i> sp.	0,0	18,1	24,7	21,9
	<i>Daphnia</i> sp.	0,0	1,5	10,8	5,3
	<i>Diaptomus</i> sp.	0,0	4,1	13,4	24,0
	<i>Euglypha</i> sp.	0,0	6,7	7,1	11,4



Gambar 2. Proporsi jenis plankton di perairan Waduk Sermo dan makanan dalam usus ikan bandeng

Pemilihan jenis makanan yang tersedia di perairan Waduk Sermo disajikan pada Tabel 5. Berdasarkan jenis makanan, ikan bandeng berbagai ukuran melakukan pemilihan posip terhadap *Tribonema* sp. Ikan bandeng yang berukuran <14 cm melakukan pemilihan posip terhadap fitoplakton, kecuali *Diatom elongatum*, dan negatif terhadap zooplankton.

Bandeng pada ukuran 15-25 cm melakukan pemilihan posip terhadap fitoplankton jenis *Nitzschia* sp., *Spirogyra* sp. dan *Tribonema* sp. Bandeng ukuran >15 cm melakukan pemilihan posip terhadap zooplankton jenis *Cyclop* sp., *Diaptomus* sp. dan *Euglypha* sp.

Panjang usus relatif

Panjang usus relatif menunjukkan jenis makanan yang dikonsumsi oleh ikan bandeng di Waduk Sermo. Panjang usus relatif ikan bandeng disajikan pada Tabel 6. Panjang usus ikan bandeng berkisar antara 61-200 cm dengan rerata 70,4-174,0 cm. Panjang usus relatif ikan bandeng berkisar 4,4-6,9 dengan rerata panjang usus relatif 5,4-6,4. Berdasarkan rerata panjang usus relatif, ikan bandeng dikelompokkan sebagai ikan herbivora. Semakin besar ukuran panjang ikan bandeng, maka rerata panjang usus relatif semakin besar.

Pertumbuhan panjang dan bobot ikan

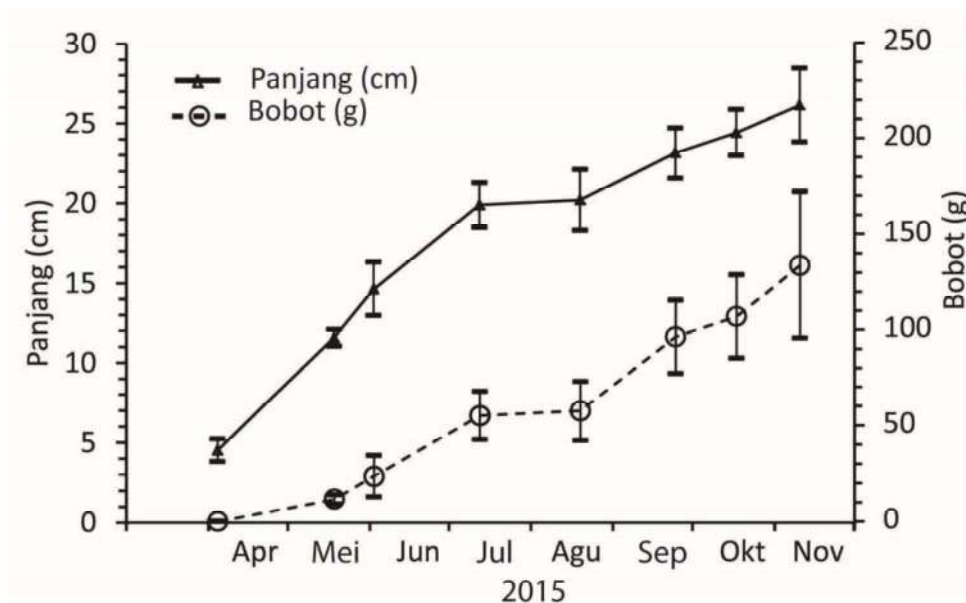
Jumlah total ikan bandeng yang tertangkap selama penelitian sebanyak 114 ekor. Jumlah sampel yang tertangkap tiap bulan sampling dari Mei hingga November masing-masing adalah 3, 4, 6, 24, 29, 31, 17 ekor, dengan kisaran panjang 3,5-29,5 cm dan bobot 0,9-197,5 g. Pertumbuhan panjang dan bobot mutlak ikan bandeng setiap bulan disajikan pada Gambar 3. Secara umum panjang dan bobot ikan bandeng tiap bulan mengalami perubahan panjang dan bobot yang pesat sejak saat penebaran (April) hingga November. Pada saat awal musim kemarau (Juli) ikan mengalami perlambatan pertumbuhan panjang dan bobot.

Tabel 5. Pilihan ikan bandeng terhadap jenis makanan yang tersedia di Waduk Sermo

Jenis makanan	Konsentrasi relatif (%)						Indeks Pilihan			
	Ukuran ikan (cm)									
	<14	15-19	20-25	>26	Perairan		<14	15-19	20-25	>26
Fitoplankton										
<i>Diatom elongatum</i>	0	1,33	3,73	8,85	6,52		-1,00	-0,66	-0,27	0,15
<i>Nitzschia</i> sp.	21,43	10,67	11,19	7,81	9,36		0,39	0,07	0,09	-0,09
<i>Spirogyra</i> sp.	14,29	6,67	6,72	2,60	4,97		0,48	0,15	0,15	-0,31
<i>Surirella elegana</i>	21,43	5,33	5,22	7,29	5,88		0,57	-0,05	-0,06	0,11
<i>Synedra</i> sp.	7,14	5,33	5,22	7,29	6,92		0,02	-0,13	-0,14	0,03
<i>Tribonema</i> sp.	7,14	16,00	11,19	8,33	5,99		0,09	0,45	0,30	0,16
Zooplankton										
<i>Arcella</i> sp.	7,14	9,33	5,22	9,38	8,40		-0,08	0,05	-0,23	0,05
<i>Cyclop</i> sp.	7,14	16,00	14,18	13,54	12,88		-0,29	0,11	0,05	0,03
<i>Daphnia</i> sp.	7,14	4,00	10,45	5,21	10,21		-0,18	-0,44	0,01	-0,32
<i>Diaptomus</i> sp.	0,00	12,00	15,67	15,10	10,69		-1,00	0,06	0,19	0,17
<i>Euglypha</i> sp.	7,14	13,33	9,70	9,90	8,19		-0,07	0,24	0,08	0,09

Tabel 6. Panjang usus relatif ikan bandeng berdasarkan kelompok ukuran panjang di Waduk Sermo

Kelas ukuran (cm)	Jumlah sampel (ekor)	Panjang usus (cm)	Rerata panjang usus (cm)	Panjang usus relatif	Rerata panjang usus relatif	Keterangan
<15	7	61-84	70,4	4,4-5,7	5,4	Herbivora
16-20	22	82-136	104,5	4,3-6,8	5,5	Herbivora
21-25	70	93-85	137,7	4,1-8,7	5,8	Herbivora
>26	17	151-200	174,0	5,7-6,9	6,4	Herbivora



Gambar 3. Rerata panjang (segi tiga isi) dan bobot (lingkaran kosong) serta masing-masing simpangan baku (garis bar) ikan bandeng di Waduk Sermo pada April-Oktober 2015 tahun 2015

Rerata panjang ikan bandeng pada setiap sampling menunjukkan perubahan panjang yang sangat pesat pada awal penebaran, kemudian mengalami perlambatan seiring waktu sampling hingga sampling pada bulan November. Sebaliknya, rerata bobot ikan pada awal penebaran mengalami perubahan bobot yang relatif lambat, kemudian bertambah sangat pesat.

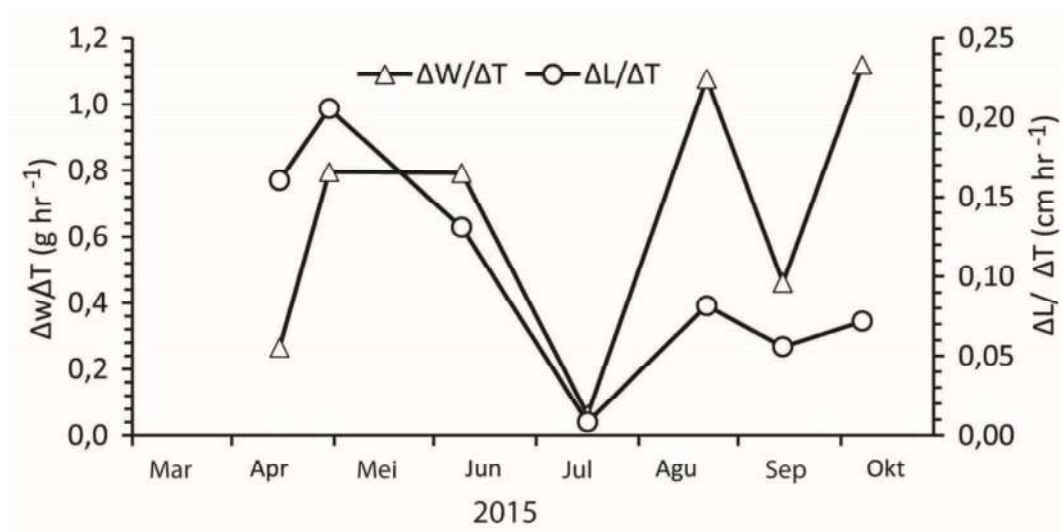
Laju pertumbuhan relatif disajikan pada Gambar 4. Laju pertumbuhan panjang harian berkisar 0,0084 – 0,2056 cm, sedangkan laju pertumbuhan bobot harian berkisar 0,0630-1,1182 gram. Laju pertumbuhan panjang dan bobot cenderung menurun dari bulan April ke Juli dan meningkat dari bulan Juli ke Oktober. Laju pertumbuhan terendah terjadi pada bulan Juli yang bertepatan awal musim kemarau. Laju pertumbuhan panjang harian ikan antarbulan sampling berfluktuasi, selama bulan April meningkat sangat pesat, bulan Mei stabil dan bulan Juni-Juli menurun agak curam. Pada periode Juli-Agustus meningkat sangat tajam, pada Agustus-September menurun agak curam

dan pada September-Oktober meningkat pesat. Laju pertumbuhan bobot harian juga berfluktuasi, pada periode bulan April-Mei meningkat, selanjutnya pada periode bulan Mei-Juli menurun relatif curam, kemudian pada periode Juli-Agustus meningkat relatif curam, sedangkan pada periode Agustus-September menurun agak landai, pada periode September-Oktober meningkat agak tajam.

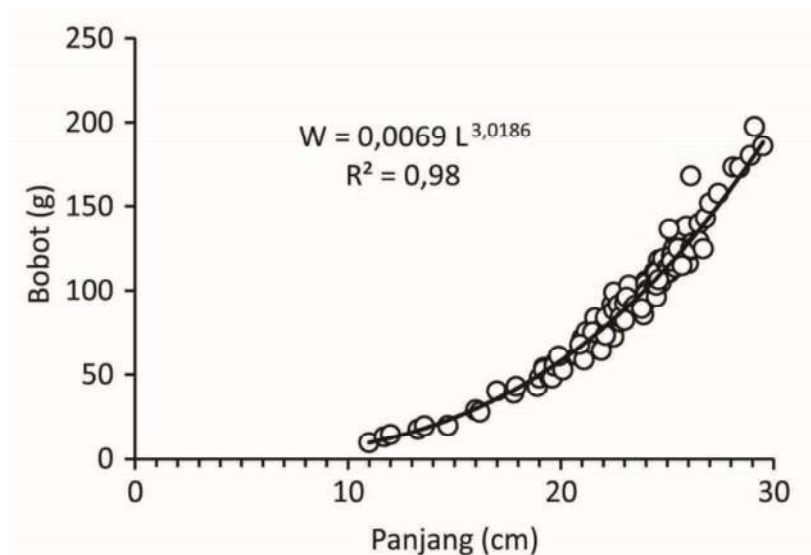
Hubungan panjang bobot ikan

Jumlah sampel ikan bandeng yang digunakan untuk analisis hubungan panjang bobot sebanyak 114 ekor, merupakan total hasil tangkapan selama sampling pada bulan Juni-November. Bentuk hubungan panjang bobot ikan bandeng disajikan pada Gambar 5.

Hubungan panjang bobot ikan bandeng membentuk persamaan $W=0,0069 L^{3,0186}$ dengan indek regresi $R^2=0,98$. Uji t terhadap nilai $b = 3$ pada tingkat kepercayaan 95%, menunjukkan ikan bandeng yang ditebar di Waduk Sermo cenderung memiliki pola pertumbuhan isometrik.



Gambar 4. Laju pertumbuhan panjang (segitiga) dan bobot relatif (lingkaran) ikan bandeng di Waduk Sermo April-Oktober 2015



Gambar 5. Hubungan panjang bobot ikan bandeng tebaran di Waduk Sermo

Pembahasan

Introduksi ikan di perairan Waduk Sermo telah dilakukan sejak awal penggenangan air waduk oleh berbagai instansi dengan berbagai jenis ikan air tawar, yang bertujuan untuk meningkatkan keragaman jenis ikan dan hasil tangkapan nelayan. Dampak tebaran tersebut menyebabkan hasil tangkapan nelayan dan keragaman ikan hingga tahun 2004 cukup tinggi. Masuknya ikan *red devil* ke perairan Waduk Sermo secara tidak

sengaja sejak tahun 2004 menyebabkan bergesernya dominansi dan struktur komunitas ikan. Hasil tangkapan jaring insang di Waduk Sermo pada tahun 1998 didominasi oleh ikan nila hitam sebesar 69%, selanjutnya pada tahun 2009 didominasi oleh mujair sebesar 85%, dan pada tahun 2013 didominasi oleh *red devil* sebesar 72,7%, serta tahun 2014 *red devil* sebesar 52,4% (Setyobudi & Subagja 2004, Djumanto *et al.* 2008, Supardjo & Djumanto 2014). Populasi ikan *red*

devil yang sangat melimpah menyebabkan keragaman ikan di perairan Waduk Sermo menurun sehingga hasil tangkapan nelayan mengalami penurunan (Oldfield *et al.* 2006). Upaya untuk meningkatkan hasil tangkapan dilakukan dengan introduksi ikan yang sesuai dengan lingkungan Waduk Sermo. Introduksi ikan nila telah dilakukan oleh Pokwasmas dan kelompok nelayan yang tergabung dalam Paguyuban Warga Hargowilis Pencari Ikan di Waduk Sermo (Pagar Rindu) secara tidak terjadwal. Menurut Basari (2016, komunikasi pribadi), salah satu nelayan yang menjadi ketua paguyuban tersebut, jenis ikan yang diintroduksi pada Maret 2016 adalah nila hitam dengan bobot rerata 10 g sebanyak sekitar 20.000 ekor.

Jumlah fitoplankton yang ditemukan di perairan Waduk Sermo sebanyak sembilan jenis dan zooplankton sebanyak delapan jenis, sedangkan kepadatan fitoplankton berkisar 117-1070 sel L^{-1} dan zooplankton berkisar 358-1153 ind L^{-1} . Jenis dan kepadatan fitoplankton yang ditemukan di Waduk Sermo lebih rendah daripada jenis dan kepadatan fitoplankton yang ditemukan di perairan Waduk Ir. H. Juanda, sedangkan zooplankton pada kondisi sebaliknya. Sampling yang dilakukan pada Juni-Agustus di Waduk H. Juanda oleh Aqil *et al.* (2013) ditemukan fitoplankton sebanyak 22 jenis dengan kepadatan 2571-13902 sel L^{-1} , sedangkan zooplankton yang ditemukan sebanyak lima jenis dengan kepadatan 5-54 ind L^{-1} . Kepadatan populasi fitoplankton di perairan Waduk Sermo yang rendah diduga disebabkan oleh dua faktor, yaitu dimangsa oleh ikan bandeng dan sumber nutrisi untuk pertumbuhan fitoplankton di Waduk Sermo sangat terbatas. Pemangsaan fitoplankton oleh ikan bandeng sangat tinggi ditunjukkan oleh rerata frekuensi jenis makanan yang ditemukan pada saluran pencernaan 114 ekor ikan bandeng sebesar $41,4 \pm$

14,8 % (Tabel 3), sehingga menyebabkan kepadatan fitoplankton relatif sangat rendah.

Pertumbuhan fitoplankton membutuhkan kecukupan nutrisi yang digunakan untuk metabolisme. Nutrien di perairan yang paling dibutuhkan oleh fitoplankton adalah karbon, nitrogen, dan fosfor. Tiap sel fitoplankton mengandung protein sekitar 50% dan nitrogen sekitar 7-10% (Barsanti & Gualtieri 2006). Fitoplankton membutuhkan nitrogen untuk pembentukan dinding sel, metabolisme sel, pembentukan asam amino. Nitrat adalah bentuk senyawa stabil dari nitrogen yang merupakan zat hara penting bagi organisme autotrof dan diketahui sebagai faktor pembatas pertumbuhan. Fosfat berfungsi dalam penyimpanan dan transfer energi dalam sel. Kadar fosfat di perairan alami relatif kecil, dan lebih sedikit bila dibandingkan dengan kadar nitrogen. Kadar nutrisi dan perbandingan antara nitrogen dan fosfor dapat digunakan sebagai indikator kesuburan perairan dan untuk menentukan nutrisi yang menjadi faktor pembatas. Kadar nitrogen dan fosfor menjadi faktor pembatas jika kadar nitrogen $< 0,02 \text{ mg } L^{-1}$ dan kadar fosfor $< 0,005 \text{ mg } L^{-1}$. Perbandingan kadar nitrogen dan fosfor bila < 12 , maka nitrogen merupakan faktor pembatas pertumbuhan fitoplankton, sedangkan bila > 12 , maka fosfor merupakan faktor pembatas pertumbuhan fitoplankton (Geider & MacIntyre 2004). Kadar nitrat dan fosfat tiap bulan di Waduk Sermo berkisar 0 - 0,902 (0,071) $\text{mg } L^{-1}$ dan 0 - 1,916 (1,45) $\text{mg } L^{-1}$ dengan N/P rasio sebesar 10,54 (Rustadi 2009). Kadar senyawa nitrogen dan fosfat di perairan Waduk Sermo tidak menjadi pembatas, namun perbandingan konsentrasi N dan P menjadi pembatas pertumbuhan. Sungai Ngrancah yang berhulu di lereng Gunung Merapi merupakan sumber utama pemasukan air dan nutrisi ke Waduk Sermo. Aliran sungai Ngrancah bagian hulu tidak banyak melewati daerah perta-

nian, perikanan, dan peternakan yang umumnya menjadi sumber nitrogen. Sejak tahun 2006 otoritas Waduk Sermo mengeluarkan larangan kegiatan budi daya ikan dalam karamba jaring apung (Rustadi 2009), sehingga kadar nitrogen rendah dan kerapatan populasi fitoplankton juga relatif sangat rendah.

Ikan bandeng merupakan ikan pemakan plankton yang memperoleh makanannya dengan cara menyaring air dari lingkungannya dengan menggunakan tapis insang yang berukuran panjang dan rapat (Coad 2015). Pada penelitian ini, ikan bandeng yang diintroduksi di Waduk Sermo dapat memanfaatkan sebagian besar fitoplankton dan zooplankton yang ada di perairan Waduk Sermo sebagai makanan dan sumber energinya, sehingga panjang dan bobot individu bertambah seiring waktu. Ikan bandeng dapat mengonsumsi beberapa jenis fitoplankton dan zooplankton yang terdapat di perairan Waduk Sermo sesuai dengan stadia dan umurnya. Berdasarkan indeks bagian terbesar, fitoplankton yang paling banyak dimanfaatkan adalah *Nitzschia* sp. dengan kisaran 6,3-64,0, sedangkan kelompok zooplankton adalah *Cyclop* sp. dengan kisaran 0-24,7. Hasil yang hampir sama ditemukan pada ikan bandeng yang diintroduksi di Waduk Ir.H. Juanda. Analisis isi saluran pencernaan makanan yang dilakukan oleh Triyanto *et al.* (2014), pada sampling bulan Desember 2009 hingga Februari 2010 menunjukkan, bahwa makanan utama ikan bandeng adalah fitoplankton dan zooplankton. Makanan lainnya terdiri atas detritus, serasah tumbuhan, cacing dan insekta. Peneliti lain (Aqil *et al.* 2013) yang melakukan sampling pada Juni-Agustus 2010 di Waduk Ir.H. Juanda juga mendapatkan hasil yang hampir sama, yaitu makanan ikan bandeng terdiri atas fitoplankton, zooplankton, detritus, dan sisa tumbuhan, masing-masing dengan persentase 43%, 46%, dan 11%. Sistem

pencernaan ikan bandeng berbeda dengan ikan herbivora lainnya, karena ikan bandeng memiliki lambung yang berfungsi untuk menyimpan sementara makanan, untuk mengaduk atau mencampur makanan dengan getah lambung, dan menyalurkan makanan ke dalam usus, sehingga ikan bandeng mampu secara efisien mencerna plankton. Seluruh permukaan lambung ditutupi oleh sel mukus yang mengandung mukopolisakarida yang agak asam, berfungsi sebagai pelindung dinding lambung dari kerja asam klorida (Coad 2015).

Ikan bandeng di Waduk Sermo memangsa fitoplankton dan zooplankton, meskipun proporsi zooplankton sedikit. Makanan ikan bandeng bervariasi, bergantung kepada jenis makanan yang tersedia di perairan. Jenis fitoplankton yang banyak dikonsumsi adalah *Nitzschia* sp. dan *Tribonema* sp., sedangkan jenis zooplankton adalah *Cyclop* sp. *Nitzschia* sp. merupakan salah satu jenis organisme penghasil lipid dan mempunyai kandungan lipid yang tinggi mencapai sekitar 71,5% (Geider & MacIntyre 2004), sehingga dapat memenuhi kebutuhan energi ikan bandeng. Rao & Sivani (1996) melaporkan komposisi makanan ikan bandeng terdiri atas diatom (39,18%), alga (39,14%), detritus (17,94%), larva krustasea (1,78%), cacing (0,68%), tidak teridentifikasi (1,31%). Peneliti lain (Coad 2015) menyatakan ikan bandeng akan menyaring plankton, memakan organisme benthik, cyanobacteria, diatom, foraminifera, ganggang hijau berfilamen, detritus, kerang, siput, cacing, beberapa krustasea. Dinding sel fitoplankton tersusun oleh selulosa, sedangkan dinding sel zooplankton tersusun oleh membran sel. Selulosa lebih sulit dicerna daripada membran sel, sehingga untuk mencerna fitoplankton membutuhkan waktu yang lebih lama. Ikan bandeng dengan kisaran panjang total 15-25 cm minimal memiliki panjang usus sebesar 5,4

kali panjang total tubuhnya (Tabel 6), sehingga makanan dapat dicerna sempurna. Selain itu, menurut Bagarinao (1994) ikan bandeng memiliki mulut yang kecil tanpa gigi, tapis insang yang lembut dan rapat sebagai alat penyaring makanan, dan sepasang otot mirip organ epibranchial raker. Kerongkongan panjang dan berdinding tebal, dengan 20-22 lipatan spiral dan memiliki banyak sel lendir. Perut besar, pilorus berdinding sangat tebal dan selaput lendir. Lambung memiliki kelenjar yang berfungsi dalam mencerna bahan makanan. Usus berbelit-belit dan sangat panjang. Seluruh saluran pencernaan melingkar-lingkar dan membentuk massa kompak dalam rongga perut (Bagarinao 1994).

Seiring dengan pertumbuhan ikan, makanan ikan bandeng di Waduk Sermo mengalami pergeseran. Pada ukuran kecil dengan panjang total < 14 cm atau umur muda makanan utama adalah fitoplankton yang didominasi oleh *Nitzschia* sp., sedangkan setelah tumbuh besar atau ukuran >15 cm maka zooplankton menjadi makanan pelengkap yang didominasi oleh *Cyclop* sp. Pemilihan makanan ikan bandeng terhadap jenis plankton tertentu dipengaruhi oleh kebutuhan dan ketersediaannya di perairan. Pada umur muda kebutuhan energi untuk pertumbuhan sangat tinggi, sehingga konsumsi *Nitzschia* sp. Sangat tinggi bahkan mencapai 1,5 kali konsentrasinya di perairan. Jenis makanan ikan bandeng bervariasi bergantung kepada stadia hidup dan habitatnya (Bagarinao 1994). Ontogeni makanan ikan yang terjadi pada ikan bandeng di Waduk Sermo disebabkan oleh terjadinya pergeseran ketersediaan jenis makanan dan tuntutan untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya. Makanan utama ikan bandeng dewasa terdiri atas organisme bentik dan planktonik yang mencakup gastropoda, lamellibranchia, foraminifera, alga fila-

men, diatoms, copepoda, nematoda dan detritus (Coad 2015).

Penebaran ikan bandeng di perairan Waduk Sermo dapat menambah keragaman jenis ikan yang ada dan meningkatkan hasil tangkapan nelayan serta untuk memanfaatkan sumber makanan alami berupa fitoplankton. Nilai laju pertumbuhan panjang harian berkisar 0,084-2,056 mm hari⁻¹. Bila dibandingkan dengan laju pertumbuhan panjang harian ikan bandeng tebaran di Waduk H. Juanda oleh Triyanto *et al.* (2014), pertumbuhan panjang harian ikan bandeng di Waduk H. Juanda lebih tinggi, yaitu mencapai 0,2-2,1 mm hari⁻¹. Perbedaan ini disebabkan pada kawasan perairan Waduk H. Juanda tersedia konsentrasi nutrisi dan kepadatan plankton lebih tinggi, sehingga makanan alami tersedia lebih melimpah. Kawasan Waduk H. Juanda mendapatkan nutrisi dari sisa makanan dan limbah budi daya ikan dalam jaring karamba apung, dan masukan aliran sungai yang subur berasal dari hulu dan lingkungan sekitarnya (Triyanto *et al.* 2014). Sumber utama nutrisi di Waduk Sermo adalah semata-mata berupa aliran Sungai Serang yang berhulu di lereng Gunung Merapi, sedangkan aktivitas budi daya ikan dalam karamba jaring apung tidak ada, sehingga kandungan nutrisi relatif sedikit menyebabkan tingkat kesuburannya rendah. Kontribusi nutrisi dari aktivitas budi daya ikan dalam keramba jaring apung ditaksir setiap kg ikan nila membuang amonia total berkisar 0,3 - 0,8 g hr⁻¹, nitrat berkisar 0,13 - 0,21 g hr⁻¹ dan fosfat berkisar 4,067 - 0,17 g hr⁻¹ (Rustadi 2009).

Hubungan panjang bobot ikan bandeng di perairan Waduk Sermo memiliki pola pertumbuhan isometrik, yang menunjukkan bahwa pertambahan panjang dan bobot tubuh ikan bandeng sebanding. Nilai *b* ikan bandeng berkisar 2,78-3,46 (Froese & Pauly 2015), umumnya dipenga-

ruhi oleh ketersediaan makanan, tingkah laku, dan habitatnya. Korelasi antara hubungan panjang bobot ikan bandeng menunjukkan hubungan yang sangat kuat ($r=0,96$), sedangkan nilai koefisien determinasi ($R^2=0,98$) sangat tinggi yang menunjukkan, bahwa pertumbuhan panjang ikan bandeng sebanding dengan pertumbuhan bobotnya. Hubungan panjang bobot ikan bandeng yang dibudidayakan di tambak menunjukkan pola pertumbuhan isometrik dengan nilai 2,89-3,15 (Biswas *et al.* 2011). Nilai b yang menunjukkan pola pertumbuhan isometrik mengindikasikan bahwa ikan mampu mempertahankan bentuk tubuh konstan dengan peningkatan panjang dan bobot yang proporsional. Pola hubungan panjang bobot menunjukkan pertumbuhan yang bersifat relatif, yang berarti pola hubungan panjang bobot dapat dimungkinkan berubah menurut waktu (Wahyudewantoro & Haryono 2013).

Penebaran ikan bandeng di Waduk Sermo secara ekologis sangat bermanfaat untuk mengisi relung yang kosong. Secara ekologis ikan bandeng dapat memanfaatkan sebagian besar jenis plankton yang ada untuk pertumbuhannya. Namun, berbagai dampak penebaran ikan bandeng belum banyak diungkap, sehingga perlu kajian lebih lanjut.

Simpulan

Ikan bandeng yang ditebar di perairan Waduk Sermo dapat memanfaatkan sebagian besar jenis plankton yang tersedia sebagai sumber makanannya. Jenis fitoplankton yang paling banyak dikonsumsi adalah *Nitzschia* sp., dan *Trigonema* sp., sedangkan zooplankton yang paling banyak dikonsumsi adalah *Cyclop* sp. Proporsi zooplankton semakin besar seiring ukuran ikan bandeng dan ditemukan pada saluran pencernaan ikan pada panjang >15 cm. Pertumbuhan dan laju pertumbuhan harian ikan bandeng di Waduk

Sermo sangat baik dan dapat mencapai ukuran konsumsi dalam kurun waktu enam bulan sejak penebaran.

Persantunan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Pertanian UGM yang telah mengucurkan dana hibah penelitian kolaborasi dosen mahasiswa periode 2015. Tulisan ini merupakan bagian dari kegiatan penelitian mengenai iktiofauna di DIY yang dibiayai dari berbagai sumber (Hibah Faperta UGM, Hibah LPPM UGM, Mandiri). Terimakasih disampaikan kepada Bapak Wasisi yang telah membantu dalam pengambilan contoh ikan di Waduk Sermo dan semua pihak yang telah membantu sejak awal hingga selesainya penelitian. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada kedua mitra bestari yang telah memberi saran dan masukan yang sangat konstruktif untuk kesempurnaan tulisan ini.

Daftar pustaka

- Aqil DI, Putri LS, Lukman. 2013. Pemanfaatan plankton sebagai sumber makanan ikan bandeng di Waduk Ir. H. Juanda, Jawa Barat. *Al-Kauniyah Jurnal Biologi*, 6(1): 13-25
- Bagarinao T. 1994. Systematics, distribution, genetics and life history of milkfish, *Chanos chanos*. *Environmental Biology of Fishes*, 39(1): 23-41
- Barsanti L, Gualtieri P. 2006. *Algae: Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology*. Taylor & Francis Group. New York. 301 p.
- Biswas SP. 1993. *Manual of method in Fish Biology*. South Asian Publishers Pvt Ltd, New Dehli. 157 p.
- Biswas G, Sundaray JK, Thirunavukkarasu AR, Kailasam M. 2011. Length-weight relationship and variation in condition of *Chanos chanos* (Forsskal, 1775) from tide-fed brackishwater ponds of the Sunderbans India. *Indian Journal Geo-Marine Science* 40(3): 386-390
- Chong KC, Poemomo A, Kasryno F. 1984. Economic and technological aspects of the Indonesian milkfish industry. In: Juario JV,

- Ferraris RP, Benitez LV (Eds.) *Advances in Milkfish Biology and Culture*. Proceedings of the Second International Milkfish Aquaculture Conference, 4-8 October 1983, Iloilo City, Philippines. (pp. 199-213).
- Coad BW. 2015. Review of the milkfishes of Iran (Family Chanidae). *Iranian Journal of Ichthyology*, 2(2): 65-70.
- Djumanto, Setyobudi E, Sentosa AA, Budi R, Nirwati N. 2008. Reproductive biology of the yellow rasbora (*Rasbora lateristriata*) inhabitat of the Ngrancah River, Kulon Progo. *Jurnal Perikanan*, 10(2): 261-275.
- Effendie. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta. 163 hlm.
- Franklin SM, Mei-Chen T, Sin-Ping Y. 2006. Milkfish (*Chanos chanos*) culture: situations and trends. *Journal of the Fisheries Society of Taiwan*, 33(3): 229-244
- Froese R, Pauly D (Editors). 2015. *FishBase*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org (10/2015)
- Geider RJ, MacIntyre HL. 2004. Physiology and biochemistry of photosynthesis and algal carbon acquisition. In : Williams PJ, Thomas DN, Reynolds CS (Eds). *Phytoplankton Productivity Carbon Assimilation in Marine and Freshwater Ecosystem*, Blackwell Science Ltd, Oxford. pp. 44-77
- Habibie SA, Djumanto, Rustadi. 2015. Penggunaan otolit untuk penentuan umur dan waktu pemijahan ikan *red devil Amphilophus labiatus* [Günther, 1864] di Waduk Sermo, Yogyakarta. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 15(2): 87-98
- Nelson JS, Grande TC, Wilson MVH. 2016. *The Fishes of the World*, Fifth edition. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey. 707 p
- Oldfield RG, Mccrary J, Mckaye KR. 2006. Habitat use, social behavior, and female and male size distributions of juvenile midas cichlids, *Amphilophus cf. citrinellus*, in Lake Apoyo, Nicaragua. *Caribbean Journal of Science*, 42(2): 197-207.
- Prayitno SB, Sarwan, Sarjito. 2015. The diversity of gut bacteria associated with milkfish (*Chanos chanos* Forskal) from northern coast of Central Java, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 2 (1): 375-384
- Rahardjo MF. 2011. Spesies akuatik asing invasif. In: Kartamihardja ES et al. (Ed). *Prosiding Forum Nasional Pemacuan Sumber Daya Ikan III*. Kementerian Kelautan dan Perikanan, Badan Penelitian Kelautan dan Perikanan, Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan, Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumber Daya Ikan. 18 Oktober 2011. KSI 31:1-7
- Rao LM, Sivani G. 1996. The food preferences of five commercially important fishes of Gosthani estuary. *Indian Journal Fisheries*, 43(2): 199-202,
- Rustadi. 2009. Eutrofikasi nitrogen dan fosfor serta pengendaliannya dengan perikanan di Waduk Sermo. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 16(3): 176-186
- Setyobudi E, Subagja J. 2004. Struktur populasi dan potensi reproduksi nila (*Oreochromis* sp.) di Waduk Sermo Daerah Istimewa Yogyakarta. In: Isnansetyo A et al. (Ed). *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Pertanian, Perikanan dan Kelautan*. Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta, 25 September 2004. 370-378
- Shirota A. 1996. *The Plankton of South Vietnam: Freshwater and Marine Plankton*. Overseas Technology Cooperative Agency. Tokyo. Japan. 463 p
- Supardjo SD, Djumanto. 2014. Komposisi ikan hasil tangkapan jaring insang pada berbagai shortening di Waduk Sermo. *Jurnal Perikanan*, 16(1): 35-42.
- Tjahjo DWH, Purnamaningtyas SE. 2009. Evaluasi kemampuan ikan bandeng dan nila tebaran dalam memanfaatkan kelimpahan fitoplankton di waduk ir H Djuanda. In : Kartamihardja ES et al. (Ed). *Prosiding Forum Nasional Pemacuan Sumberdaya Ikan II*. Kementerian Kelautan dan Perikanan, Badan Penelitian Kelautan dan Perikanan, Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan, Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumber Daya Ikan. PI 02: 1-11
- Triyatmo B, Rustadi, Djumanto, Priyono SB, Krismono, Sehenda N, Kartamihardja ES. 1997. *Studi Perikanan di Waduk Sermo: Studi Biologi*. Lembaga Penelitian UGM bekerjasama dengan Agricultural Research Management Project, Balai Pelatihan Pengembangan Pertanian. 65 hlm
- Triyanto, Kamal MM, Pratiwi NTM. 2014. Pemanfaatan makanan dan pertumbuhan ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang diintroduksi di Waduk Ir.H. Djuanda, Jawa Barat. *Limnotek*, 21(1): 64-73

- Umar C, Sulaiman PS. 2013. Status introduksi ikan dan strategi pelaksanaan secara berkelanjutan di perairan umum daratan di Indonesia. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 5(2): 113-120
- Verlencar XN. 2004. *Phytoplankton Identification Manual*. National Institute of Oceanography, Dona Paula, Goa. 35 p
- Wahyudewantoro G, Haryono. 2013. Hubungan panjang berat dan faktor kondisi ikan belanak *Liza Subviridis* di perairan Taman Nasional Ujung Kulon-Pandeglang, Banten. *Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*, 15(3): 175-178

Pengangkutan juvenil ikan gabus *Channa striata* (Bloch 1793) dengan kepadatan berbeda pada media bersalinitas 3 ppt

[Transportation of juvenile striped snakehead (Bloch 1793) with different densities in 3 ppt salinity media]

Jannesa Nasmi^{1✉}, Kukuh Nirmala¹ dan Ridwan Affandi²

¹Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan - Institut Pertanian Bogor

²Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan - Institut Pertanian Bogor
Jalan Agatis Kampus IPB Dramaga 16680

Diterima: 08 April 2016; Disetujui: 31 Januari 2017

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh pemberian garam 3 ppt dalam media pengangkutan terhadap perubahan kualitas air dan laju sintasan selama pengangkutan, laju pertumbuhan harian, glukosa darah, dan pH darah pascapengangkutan. Penelitian ini terdiri atas dua tahap kegiatan, yaitu tahap satu adalah pengangkutan selama 24 jam dan tahap dua adalah pemeliharaan pascapengangkutan selama 21 hari. Pada tahap satu kantong plastik diisi air 1 L dan dilakukan pengepakan sesuai dengan perlakuan, yaitu perlakuan kontrol tanpa garam (kepadatan 30 ekor L⁻¹) dan perlakuan penambahan garam 3 ppt (kepadatan 30, 45, 60, dan 75 ekor L⁻¹). Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap dengan lima perlakuan dan empat ulangan. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan dengan penambahan garam dalam media pengangkutan dapat mempertahankan kondisi kualitas air dan menghasilkan laju sintasan yang lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan tanpa garam. Tahap dua adalah pemeliharaan pascapengangkutan selama 21 hari. Setelah masa pengangkutan juvenil dari setiap perlakuan dan ulangan dipelihara 30 ekor per akuarium pada media bersalinitas 0 ppt. Hasil penelitian menunjukkan laju sintasan dan laju pertumbuhan pascapengangkutan tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan. Glukosa darah dan pH darah perlahan kembali normal hingga pemeliharaan hari ke-21.

Kata penting: *Channa striata*, garam, glukosa darah, kepadatan, pengangkutan, sintasan

Abstract

The present study aimed to ensure the effect 3 ppt of salt addition into the transportation media water to the water quality, survival rate, daily growth rate, and stress level after transportation. This study was consisted of two phase, the first phase was fish transportation for 24 hours and the second phase was 21 days rearing after-transportation. Snake-head larvae's transported with five treatments i.e a transportation media with no salt addition and stocked with 30 larvae L⁻¹ as the control, and four transportation media with 3 ppt salt addition at different densities (30, 45, 60, and 75 larvae L⁻¹). During the transportation, the water quality and survival rate were determined. The first phase experiment showed that salt addition in transportation media maintained the water quality and higher survival rate than control. After 24 hours, 30 larvae of each treatment were stocked into tank with 0 ppt salinity media. The results showed no significant differences in the survival rate and growth rate at the different densities without salt addition. The pH and blood glucose levels were slowly back to normal in day 21.

Keywords: *Channa striata*, salt, blood glucose, density, transportation, survival rate

Pendahuluan

Ikan gabus (*Channa striata*) merupakan komoditas budi daya ekonomis. Selain sebagai ikan konsumsi, dalam dunia medis daging ikan gabus dipercaya berkhasiat untuk mempercepat pengeringan luka pascaoperasi dan meningkatkan daya tahan tubuh (Rahmawanty *et al.* 2014).

Pasokan benih ikan gabus (stadia juvenil) umumnya berasal dari hasil tangkapan alam di

Kalimantan Selatan dan Kalimantan Timur. Kegiatan pembesaran juvenil ikan gabus telah banyak dilakukan di daerah Jawa Barat dan Jawa Timur. Pengangkutan ikan dalam jumlah yang banyak, jarak yang jauh, dan waktu yang relatif lama dilakukan dengan sistem tertutup. Pada pengangkutan sistem tertutup, ikan dimasukkan dalam wadah yang tertutup dengan pemberian gas O₂ dalam jumlah terbatas yang telah diperhitungkan sesuai dengan kebutuhan selama pengangkutan.

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: nesa.nasmi@yahoo.com

Salah satu upaya untuk mengefisienkan biaya pengangkutan adalah dengan menambah kepadatan ikan dalam media pengangkutan. Kepadatan ikan yang tinggi dalam media menjadi masalah karena kebutuhan oksigen (O_2) juga semakin meningkat. Kebutuhan O_2 yang meningkat menyebabkan karbondioksida (CO_2) di dalam media semakin meningkat karena proses respirasi. Tingginya kadar CO_2 menyebabkan pH air menurun, karena CO_2 yang bereaksi dengan air menghasilkan asam karbonat (H_2CO_3).

Perubahan kualitas air di dalam media pengangkutan menyebabkan ikan mengalami stress sehingga ikan mengalami perubahan fisiologis di dalam tubuhnya, yaitu perubahan biokimia darah. Perubahan biokimia darah yang terjadi seperti perubahan gambaran darah (Witeska 2005, Supriyono *et al.* 2010, Supriyono *et al.* 2011, Witeska 2013). Dari penelitian Wahyu (2015), pengangkutan ikan gabus selama 24 jam dengan kepadatan 75 ekor L^{-1} menghasilkan laju sintasan sebesar 69% dan mengalami kematian total pada pemeliharaan hari ke-21. Kegagalan ikan dalam beradaptasi dan mengatasi kondisi stres yang dialami dapat menyebabkan terjadinya kematian (Humairani 2015).

Perlu adanya teknologi untuk mengurangi tingkat stres tersebut agar mampu mengangkut ikan gabus sebanyak mungkin dengan kematian sekecil mungkin dalam waktu yang dicapai selama mungkin, serta tidak mengganggu fisiologis ikan pascapengangkutan. Pada penelitian Emu (2010) penambahan garam di dalam media pengangkutan ikan patin (*Pangasius* sp.) dapat mempertahankan kondisi kualitas air, mengurangi tingkat stres, mempertahankan laju sintasan dan laju pertumbuhan tetap tinggi setelah dilakukannya pengangkutan.

Teknologi penambahan garam di dalam media dapat membantu ikan dalam mengurangi

penggunaan energi untuk osmoregulasi, karena apabila salinitas lingkungan mendekati salinitas cairan tubuh ikan, maka energi hasil metabolisme hanya sedikit yang digunakan untuk penyesuaian diri dengan tekanan osmotik lingkungan (Affandi & Tang 2002). Ketika ikan membutuhkan energi untuk proses osmoregulasi, maka ikan akan memanfaatkan sumber energi yang ada di dalam tubuhnya, yakni glukosa dan oksigen untuk oksidasinya. Gradien osmotik yang rendah akan menghemat energi, begitu pula konsumsi oksigen (Marlina 2011).

Konsentrasi salinitas yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada penelitian Purnamawati (2016) yang menyatakan bahwa salinitas air yang baik untuk pertumbuhan ikan gabus adalah sebesar 3 ppt. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh penambahan garam ke dalam media pengangkutan dengan kepadatan ikan yang berbeda terhadap perubahan kondisi kualitas air, sintasan ikan gabus, dan tingkat stres selama 21 hari pemeliharaan pascapengangkutan.

Bahan dan metode

Penelitian ini terdiri atas dua tahap kegiatan. Pada tahap 1 dilakukan kegiatan pengangkutan ikan gabus dan tahap 2 dilakukan pemeliharaan ikan gabus pascapengangkutan.

Tahap 1

Kegiatan penelitian pengangkutan dilakukan selama 24 jam pada tanggal 15–16 November 2015. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan lima perlakuan dan empat ulangan, yaitu :

- K = 30 ekor juvenil ikan gabus (tanpa garam)
- A = 30 ekor juvenil ikan gabus + 3 ppt garam
- B = 45 ekor juvenil ikan gabus + 3 ppt garam
- C = 60 ekor juvenil ikan gabus + 3 ppt garam
- D = 75 ekor juvenil ikan gabus + 3 ppt garam

Biota uji yang digunakan adalah ikan gabus dengan ukuran bobot rata-rata $2,6 \pm 0,2$ g dan panjang $6,6 \pm 0,2$ cm. Ikan gabus berasal dari hasil budi daya pembenihan ikan air tawar milik “Andhi Fish Farm” di Yogyakarta. Ikan gabus yang digunakan adalah juvenil yang sehat, bugar, dan tidak cacat fisik. Sebelum diangkut ikan gabus dipuasakan selama dua hari, hal ini bertujuan mengurangi pembuangan feses dan mengurangi kebutuhan konsumsi oksigen. Kantong plastik diisi air 1 L dan diisi ikan dengan kepadatan sesuai dengan rancangan penelitian dan diberi penambahan garam dengan dosis 3 ppt. Setiap kantong diinjeksi oksigen murni dengan perbandingan 1:3 (air:oksigen). Kantong diikat dengan karet lalu dimasukkan ke dalam kotak *styrofoam*. Pada setiap *styrofoam* diberi es batu dan ditutup rapat. Proses pengangkutan dilakukan dari tempat pengambilan ikan “Andhi Fish Farm” di Yogyakarta ke stasiun kota Yogyakarta dengan menggunakan mobil. Lalu dari stasiun Yogyakarta menuju stasiun Senen Jakarta dengan menggunakan kereta api. Dari stasiun Senen Jakarta menuju kampus IPB Dramaga dengan menggunakan mobil. Pengangkutan dilakukan selama 24 jam dengan pengamatan kualitas air (suhu, oksigen terlarut, NH_3 , karbondioksida, dan pH). Sampel air diambil sebanyak 30 mL per kantong pada jam ke-0, 6, 12, 18, dan 24 selama pengangkutan.

Pengukuran suhu pada media air menggunakan termometer air raksa (Hg) dengan satuan $^{\circ}\text{C}$. Parameter oksigen terlarut diukur dengan menggunakan DO-meter. Nilai pH diukur dengan menggunakan pH-meter.

Perhitungan amonia dilakukan dengan mencampurkan 1 tetes amonia cair dengan konsentrasi 70% ke dalam 1 L air (amonia induk). Kemudian, air tersebut diukur nilai amonia menggunakan spektrofotometer. Konsentrasi-konsentrasi yang ingin digunakan selama pene-

litian, didapat dengan melakukan pengenceran. Setelah itu, larutan tersebut dihitung kembali menggunakan spektrofotometer agar konsentrasi yang digunakan sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan.

Pengukuran karbondioksida dilakukan dengan metode titrasi. Perhitungan dengan rumus:

$$\text{CO}_2 = \frac{\text{Volume titran} \times N \text{ titran}}{\text{Volume air sampel}} \times \frac{1}{1} \times 44 \times 1000$$

Pengamatan laju sintasan dilakukan pada jam ke 24 pengangkutan. Laju sintasan dihitung berdasarkan Ricker (1975):

$$\text{LS} = \frac{N_0}{N_t} \times 100$$

Keterangan: LS= laju sintasan (%), N_t = jumlah ikan pada akhir pengangkutan (ekor), N_0 = jumlah ikan pada awal pengangkutan (ekor)

Data kualitas air (suhu, oksigen terlarut, NH_3 , karbondioksida, dan pH) dianalisis secara deskriptif. Data laju sintasan selama pengangkutan ditabulasi dengan Microsoft Excel 2010 kemudian dianalisis ragam (ANOVA) pada selang kepercayaan 95% dengan bantuan perangkat lunak SPSS 17.0. Apabila data berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan.

Pengamatan laju pertumbuhan harian dihitung dengan menggunakan rumus Ricker (1975):

$$\text{LPH} = \left(\sqrt[t]{\frac{W_t}{W_0}} \right) \cdot 1 \times 100$$

Keterangan: LPH= laju pertumbuhan harian (%), W_t = berat rata-rata pada akhir pemeliharaan, W_0 = berat rata-rata pada awal pemeliharaan, t = periode penelitian (hari)

Tahap 2

Setelah diangkut ikan dibongkar dan dipelihara untuk mengetahui adanya efek pengangkutan. Masing-masing kantong pengangkutan yang berisi ikan dipindahkan ke dalam 20 akuarium pemeliharaan. Dari setiap perlakuan dipelihara 30 ekor per akuarium. Akuarium yang digunakan berukuran $1,0 \times 0,5 \times 0,5 \text{ m}^3$ dengan padat

tebar awal 30 ekor ikan per akuarium dan salinitas media air pemeliharaan sebesar 0 ppt. Pemeliharaan ini dilakukan selama 21 hari. Juvenil ikan gabus dipelihara dan diberi pakan berupa pelet dengan metode *at satiation*.

Selama 21 hari pemeliharaan dilakukan pengamatan parameter performa ikan (laju sintasan dan laju pertumbuhan harian), tingkat stres (gradien osmotik, glukosa darah, pH darah, hematologi dan aktivitas lisozim) dan fisika-kimia air (suhu, oksigen terlarut, NH_3 , CO_2 dan pH air).

Pengukuran gradien osmotik dilakukan dengan mengukur cairan osmolaritas darah dan air media, lalu dilakukan pengukuran menggunakan alat Osmometer Automatik Roebling dengan menggunakan rumus menurut Anggoro (1992), yaitu :

$$\text{GO (Osmol kg}^{-1}\text{)} = \text{OP} - \text{OM}$$

Keterangan: GO= gradient osmotik, OP= nilai tekanan osmotik plasma, OM= nilai tekanan osmotik media

Glukosa darah diukur dengan metode Wadsworth & Yasutake (1977). Plasma sebanyak 50 μl ditambahkan ke dalam 3,5 ml reagen warna *ortho-toluidin* dalam asam asetat glasial. Cairan tersebut dimasukkan ke dalam tabung yang berisi air mendidih dan didiamkan selama 10 menit. Setelah didinginkan dalam suhu ruang, nilai absorbansinya diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 635 nm. Kadar glukosa darah dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{GD} = \frac{\text{AbsSp}}{\text{AbsSt}} \times \text{GSt}$$

Keterangan: GD= konsentrasi glukosa darah (mg dL^{-1})
AbsSp= absorbansi sampel, AbsSt= absorbansi baku,
GSt= konsentrasi glukosa baku (mg dL^{-1})

Pengamatan glukosa darah dan performa ikan dilakukan pada hari ke-0, hari ke-1, hari ke-4, hari ke-7, hari ke-14 dan hari ke-21. Parameter gradien osmotik dilakukan pascapengangkutan (hari ke-0).

Uji statistik dilakukan terhadap beberapa parameter, yaitu: laju sintasan, laju pertumbuhan harian, gradien osmotik, glukosa darah dan pH darah. Data yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan uji F pada selang kepercayaan 95% menggunakan MS. Excel dan SPSS 17 untuk menentukan apakah perlakuan berpengaruh terhadap parameter yang diamati. Apabila berpengaruh nyata, dilakukan uji lanjut menggunakan uji *Duncan* untuk melihat perbedaan antarperlakuan yang diuji.

Hasil

Tahap 1 (pengangkutan)

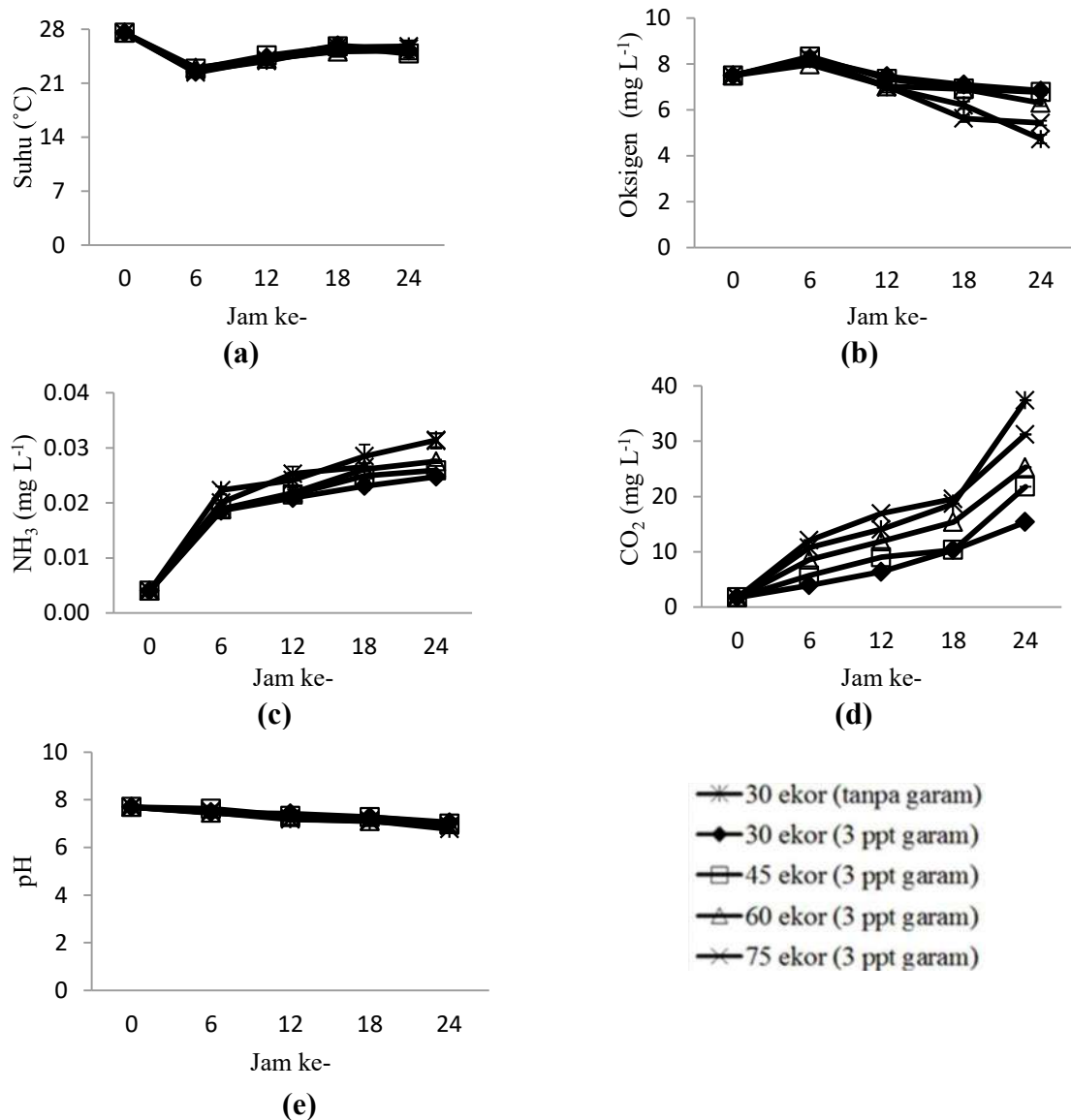
Kualitas air

Pengamatan terhadap parameter kualitas air pada pengangkutan selama 24 jam disajikan pada Gambar 1.

Suhu pada jam ke-6 menurun akibat penambahan es batu dan pada jam berikutnya perlahan mengalami kenaikan. Suhu dalam media pengepakan selama 24 jam berkisar $22\text{--}27^\circ\text{C}$.

Oksigen terlarut pada jam ke-6 naik karena terjadi difusi oksigen akibat guncangan saat pengangkutan dan pada jam berikutnya mulai menurun. Konsentrasi nilai oksigen terlarut perlakuan 30 ekor (tanpa garam) pada jam ke-24 memiliki nilai terkecil sebesar $4,70 \pm 0,19 \text{ mg L}^{-1}$. Menurunnya nilai oksigen terlarut juga seiring semakin tingginya kepadatan pada suatu media pengangkutan, yaitu pada perlakuan 75 ekor sebesar $5,4 \pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$, perlakuan 60 ekor sebesar $6,30 \pm 0,14 \text{ mg L}^{-1}$, perlakuan 45 ekor sebesar $6,80 \pm 0,13 \text{ mg L}^{-1}$ dan perlakuan 30 ekor (3 ppt garam) sebesar $6,80 \pm 0,06 \text{ mg L}^{-1}$.

Nilai pH dalam media pengangkutan selama 24 jam berkisar antara 6,8–7,1.



Gambar 1. Parameter kualitas air selama pengangkutan juvenil ikan gabus; (a) suhu ; (b) oksigen terlarut; (c) NH₃; (d) CO₂; (e) pH air

Konsentrasi NH₃ setiap perlakuan meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu pengangkutan. Pada jam ke-24 dapat dilihat bahwa konsentrasi NH₃ terendah pada perlakuan 30 ekor (3 ppt garam) sebesar 0,025±0,001 mg L⁻¹ diikuti oleh perlakuan 45 ekor sebesar 0,026±0,001 mg L⁻¹, perlakuan 60 ekor sebesar 0,028±0,000 mg L⁻¹, perlakuan 75 ekor sebesar 0,031±0,001 mg L⁻¹, dan perlakuan 30 ekor (tanpa garam) memiliki konsentrasi NH₃ tertinggi yaitu sebesar 0,031 ±0,001 mg L⁻¹.

Konsentrasi karbondioksida dalam media air pengangkutan terus mengalami peningkatan dari jam ke-0 hingga jam ke-24. Pada jam ke-24 konsentrasi karbondioksida tertinggi terdapat pada perlakuan 30 ekor (tanpa garam) sebesar 37,40±0,02 mg L⁻¹. Konsentrasi karbondioksida tertinggi pada perlakuan 75 ekor sebesar 31,24±0,03 mg L⁻¹, perlakuan 60 ekor sebesar 25,30±0,03 mg L⁻¹, perlakuan 45 ekor sebesar 21,78±0,03 mg L⁻¹ dan terkecil pada perlakuan 30 ekor sebesar 15,40±0,02 mg L⁻¹.

Laju sintasan juvenil ikan selama pengangkutan

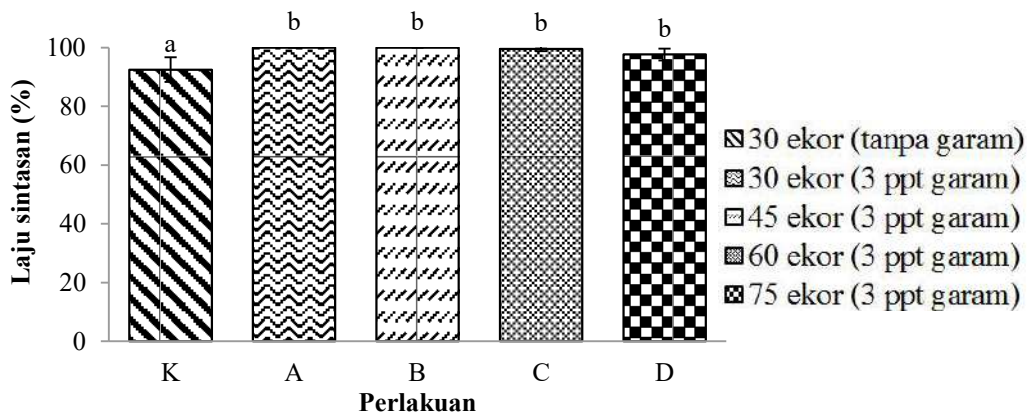
Laju sintasan ikan gabus selama pengangkutan dapat dilihat pada Gambar 2. Laju sintasan pengangkutan tertinggi pada perlakuan 30 ekor (3 ppt garam) dan 45 ekor sebesar 100%, kemudian laju sintasan pada perlakuan 60 ekor dan 75 ekor sebesar $99,58 \pm 0,83\%$ dan $97,67 \pm 2,00\%$ dan laju sintasan terendah pada perlakuan 30 ekor (tanpa garam) sebesar $92,50 \pm 4,19\%$. Pengamatan nilai laju sintasan pada perlakuan yang diberi garam 3 ppt dengan kepadatan yang berbeda tidak beda nyata ($p > 0,05$), namun beda nyata ($p < 0,05$) pada perlakuan tanpa pemberian garam.

Tahap 2 (pemeliharaan pascapengangkutan)

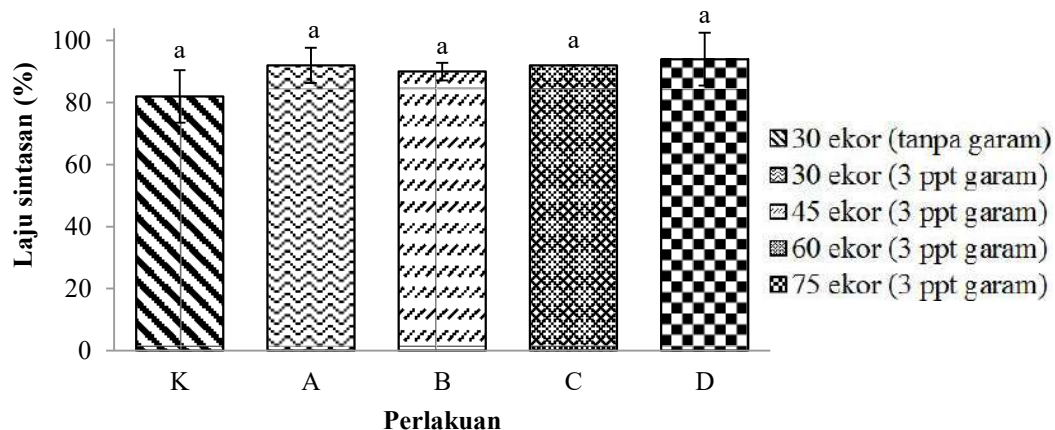
Parameter yang diamati pada tahap 2 adalah laju sintasan pascapengangkutan, laju pertumbuhan, gradien osmotik, dan glukosa darah.

Laju sintasan pascapengangkutan

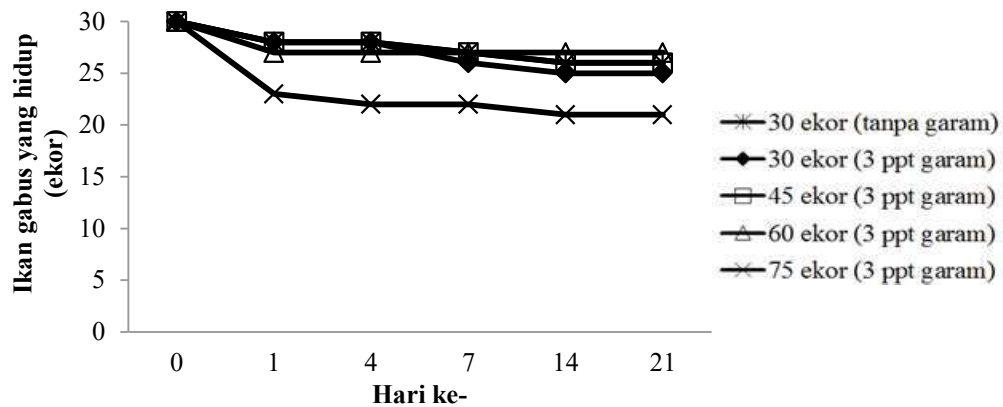
Laju sintasan selama 21 hari pemeliharaan pascapengangkutan dapat dilihat pada Gambar 3. Pada pemeliharaan ikan gabus pascapengangkutan terdapat kematian yang tinggi pada perlakuan 30 ekor (tanpa garam) dengan laju sintasan sebesar $82,00 \pm 8,49\%$, selanjutnya pada perlakuan 45 ekor sebesar $90,00 \pm 2,83\%$, perlakuan 30 ekor (3 ppt garam) (3 ppt garam) sebesar $92,00 \pm 5,66\%$



Gambar 2. Laju sintasan juvenil ikan gabus selama pengangkutan. Huruf kecil yang berbeda dalam grafik menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)



Gambar 3. Laju sintasan juvenil ikan gabus pascapengangkutan. Huruf kecil yang sama dalam grafik menunjukkan tidak beda nyata ($p < 0,05$).



Gambar 4. Juvenil ikan gabus yang hidup selama 21 hari pemeliharaan pascapengangkutan

dan perlakuan 60 ekor sebesar $92,00 \pm 0,00\%$ dan nilai laju sintasan tertinggi pada perlakuan 75 ekor sebesar $94,00 \pm 8,49\%$. Hasil analisis statistik menunjukkan laju sintasan pengangkutan pada setiap perlakuan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$), namun jika dilihat pada grafik (Gambar 4) terdapat jumlah kematian yang tinggi pada hari pertama pascapengangkutan. Kematian tertinggi pada perlakuan 30 ekor (tanpa garam) sebanyak 7 ekor, selanjutnya pada perlakuan 75 ekor sebanyak 3 ekor. Pada perlakuan 60 ekor, 45 ekor, dan 30 ekor (3 ppt garam) terdapat jumlah kematian yang sama sebanyak 2 ekor. Pada hari ke-4 hingga hari ke-21 tidak terdapat banyak kematian karena ikan telah beradaptasi terhadap kondisi lingkungan pemeliharaan.

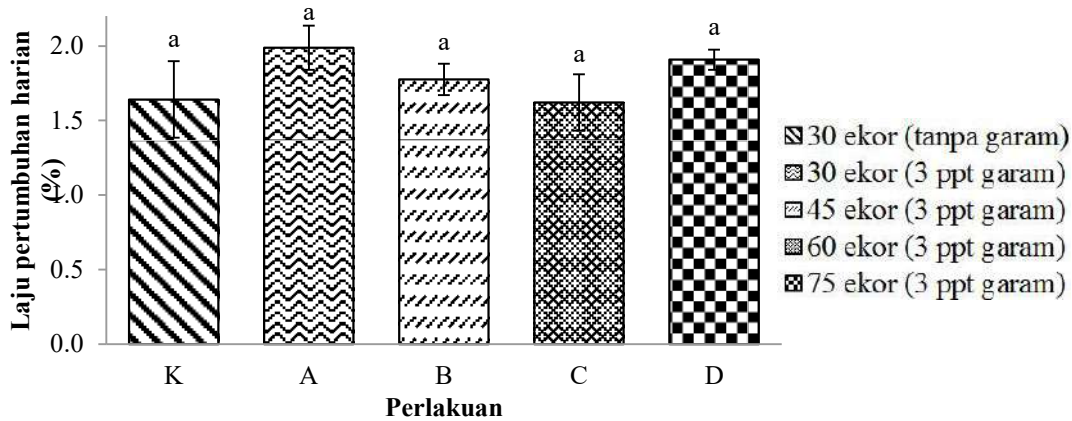
Laju pertumbuhan harian

Laju pertumbuhan harian juvenil ikan gabus selama 21 hari pemeliharaan pascapengangkutan dapat dilihat pada Gambar 5. Laju pertumbuhan harian tertinggi pada perlakuan 30 ekor (3 ppt garam) sebesar $1,99 \pm 0,15\%$, kemudian secara berturut-turut diikuti oleh perlakuan 75 ekor, 45

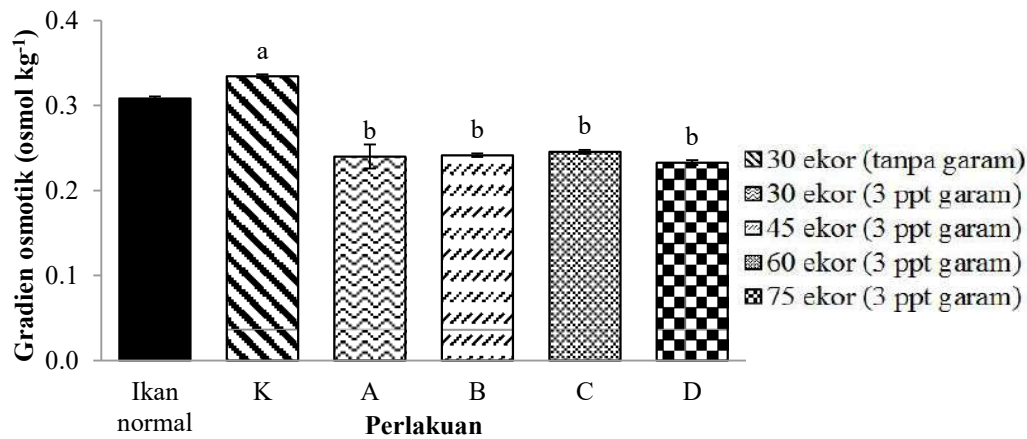
ekor, 30 ekor (tanpa garam) dan 60 ekor sebesar $1,91 \pm 0,07\%$, $1,78 \pm 0,11\%$, $1,64 \pm 0,26\%$ dan $1,62 \pm 0,19\%$. Hasil analisis statistik menunjukkan laju pertumbuhan harian pada setiap perlakuan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$).

Gradien osmotik

Hasil pengukuran gradien osmotik pada ikan gabus normal (sebelum perlakuan) dan pascapengangkutan dapat dilihat pada Gambar 6. Nilai gradien osmotik pada ikan gabus normal sebesar $0,301 \pm 0,002 \text{ osmol kg}^{-1}$. Nilai gradien osmotik tertinggi pada perlakuan 30 ekor (tanpa garam) sebesar $0,335 \pm 0,002 \text{ osmol kg}^{-1}$, sedangkan perlakuan 30 ekor (3 ppt garam) sebesar $0,240 \pm 0,014 \text{ osmol kg}^{-1}$, perlakuan 45 ekor sebesar $0,242 \pm 0,020 \text{ osmol kg}^{-1}$, perlakuan 60 ekor sebesar $0,246 \pm 0,020 \text{ osmol kg}^{-1}$ dan perlakuan 75 ekor sebesar $0,233 \pm 0,030 \text{ osmol kg}^{-1}$. Perlakuan (30 ekor) tanpa garam berbeda nyata ($p < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan menggunakan garam 3 ppt yaitu pada perlakuan 30, 45, 60 dan 75 ekor.



Gambar 5. Laju pertumbuhan harian juvenil ikan gabus pada pemeliharaan 21 hari pascapengangkutan. Huruf kecil yang sama dalam grafik menunjukkan tidak beda nyata ($p>0,05$).



Gambar 6. Gradien osmotik juvenil ikan gabus pada semua perlakuan selama penelitian. Huruf kecil yang berbeda dalam grafik menunjukkan beda nyata ($p<0,05$).

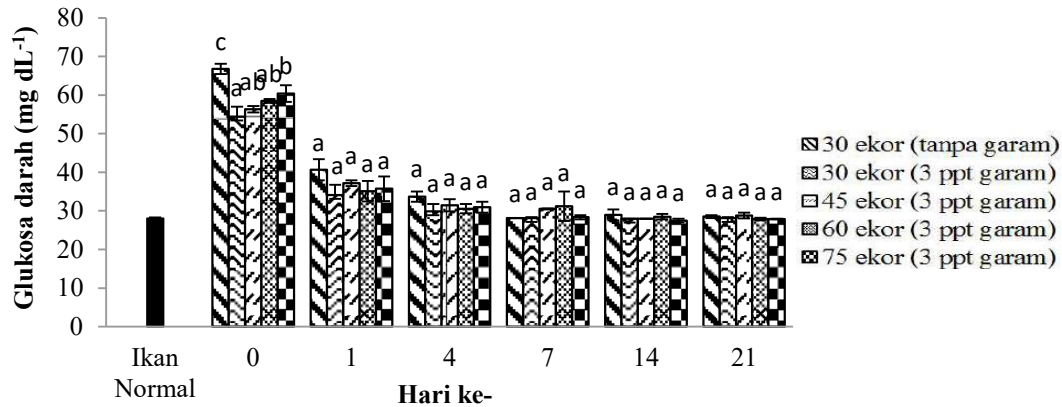
Respons glukosa darah

Hasil pengukuran konsentrasi glukosa darah ikan gabus normal, pascapengangkutan dan pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 7. Nilai glukosa darah pada ikan gabus normal sebesar $28,048 \pm 0,230$ mg dL⁻¹. Nilai glukosa darah tertinggi pada hari ke-0 pascapengangkutan terdapat pada perlakuan 30 ekor (tanpa garam) sebesar $66,806 \pm 1,310$ mg dL⁻¹, kemudian perlakuan 75 ekor sebesar $60,414 \pm 2,170$ mg dL⁻¹, perlakuan 60 ekor sebesar $58,491 \pm 0,490$ mg dL⁻¹, perlakuan 45 ekor sebesar $56,357 \pm 0,840$ mg dL⁻¹ dan terendah pada perlakuan 30 ekor (3 ppt garam) sebesar $54,412 \pm 2,640$ mg dL⁻¹. Hasil analisis statistik

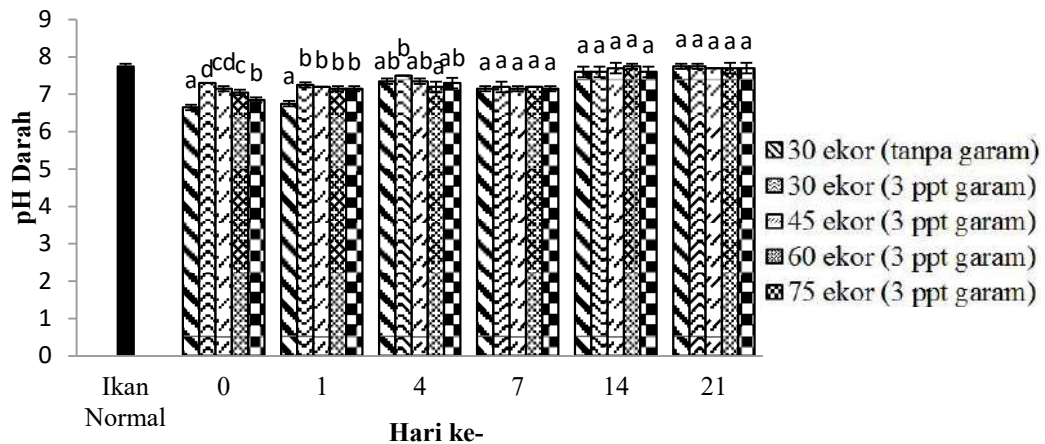
menunjukkan nilai glukosa darah hari ke-0 pada setiap perlakuan berbeda nyata ($p<0,05$). Pada hari ke-4 hingga hari ke-21 nilai glukosa darah telah mendekati normal, hal ini berarti ikan sudah tidak mengalami stres.

Respons pH darah

Hasil pengukuran nilai pH darah ikan gabus normal, pascapengangkutan dan pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 8. Pengamatan pada hari ke-0 pascapengangkutan menunjukkan nilai pH darah semua perlakuan mengalami penurunan dibandingkan nilai pH darah ikan gabus



Gambar 7. Kadar glukosa darah juvenil ikan gabus pada semua perlakuan selama penelitian. Huruf kecil yang berbeda dalam grafik menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$).



Gambar 8. Kadar pH darah juvenil ikan gabus selama 21 hari pemeliharaan pascapengangkutan. Huruf kecil yang berbeda dalam grafik menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$).

normal. Nilai pH darah pada ikan gabus normal sebesar $7,75 \pm 0,007$. Nilai pH darah terendah pada hari ke-0 pascapengangkutan terdapat pada perlakuan 30 ekor (tanpa garam) sebesar $6,65 \pm 0,07$, kemudian perlakuan 75 ekor sebesar $6,85 \pm 0,07$, perlakuan 60 ekor sebesar $7,05 \pm 0,07$, perlakuan 45 ekor sebesar $7,15 \pm 0,07$ dan perlakuan 30 ekor (3 ppt garam) sebesar $7,30 \pm 0,00$. Hasil analisis statistik menunjukkan nilai pH darah hari ke-0 pada setiap perlakuan beda nyata ($p < 0,05$). Pada hari ke-7 hingga hari ke-21 nilai pH darah telah mendekati normal, yang berarti ikan sudah tidak mengalami stres.

Pembahasan

Suhu merupakan parameter penting dalam kegiatan pengangkutan ikan karena memengaruhi laju metabolisme ikan, proses biologis, proses kimiawi, dan parameter kualitas air lainnya. Fluktuasi suhu selama pengangkutan ikan gabus sebesar $0,2^\circ\text{C}$ selama satu jam. Fluktuasi suhu tersebut masih dalam kondisi yang normal dan tidak membahayakan bagi sintasan juvenil ikan gabus. Menurut Boyd (2012), fluktuasi suhu yang membahayakan bagi ikan adalah 5°C dalam satu jam.

Nilai oksigen terlarut mengalami kenaikan pada jam ke-6 pengangkutan. Hal ini dikarenakan kerasnya goncangan yang mengakibatkan

terjadinya difusi oksigen antara air dan udara di dalam media pengepakan (Humairani 2015). Konsentrasi oksigen terlarut perlakuan tanpa garam (30 ekor) pada jam ke-24 memiliki nilai terkecil. Menurunnya nilai oksigen terlarut seiring dengan tingginya jumlah kepadatan ikan gabus dalam suatu media pengangkutan. Nilai oksigen terlarut selama pengangkutan berkisar 4,7-8,3 mg L⁻¹. Nilai oksigen terlarut dalam kisaran yang baik yaitu >5 mg L⁻¹ (Boyd 2012). Pada jam ke 24 pengangkutan perlakuan 30 ekor (tanpa garam) memiliki nilai oksigen terlarut sebesar 4,7 mg L⁻¹. Rendahnya nilai oksigen terlarut pada perlakuan 30 ekor (tanpa garam) dikarenakan media pengangkutan tanpa penambahan garam. Garam berfungsi untuk menjaga keseimbangan konsentrasi cairan tubuh dan konsentrasi lingkungan, sehingga penggunaan energi dapat dimat. Jika kebutuhan energi meningkat maka penggunaan oksigen meningkat, yang berarti berkurangnya ketersediaan oksigen di dalam media. Ikan gabus memiliki alat pernapasan tambahan berupa sepasang ruang suprabranchial yang terbaring pada bagian faring dorsal hingga lengkungan insang (Banerjee 2007). Keberadaan organ tersebut menyebabkan oksigen bukan merupakan faktor pembatas keberhasilan pengangkutan juvenil ikan.

Konsentrasi NH₃ pada setiap perlakuan mengalami kenaikan seiring dengan tingginya kepadatan dalam media pengangkutan. Wahyu (2015) menyatakan bahwa konsentrasi NH₃ meningkat seiring dengan bertambahnya kepadatan ikan yang digunakan. Konsentrasi NH₃ yang baik untuk juvenil ikan, yaitu <0,02 mg L⁻¹ (Boyd 1982). Perlakuan 30 ekor (tanpa garam) memiliki nilai NH₃ yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan dengan penambahan garam 3 ppt. Sesuai dengan penelitian Nirmala *et al.* (2012) bahwa penambahan garam akan meningkatkan keku-

atan ion yang dapat menurunkan toksisitas amonia. Tingginya konsentrasi amonia di dalam air menyebabkan ekskresi amonia di insang terhambat. Hambatan tersebut membuat amonia terakumulasi sehingga mengurangi afinitas hemoglobin mengikat oksigen. Kondisi tersebut dapat memicu kematian ikan saat pengangkutan. Tersedianya ion Na⁺ di media berfungsi untuk pertukaran ion NH₃ dari dalam darah ikan melintasi sel-sel branchial (Maetz 1973). Selain itu kondisi ikan gabus dengan penambahan garam 3 ppt menjadi lebih tenang dikarenakan menurunnya gradien osmotik yang berdampak pada menurunnya penggunaan energi ikan, sehingga laju metabolisme lebih rendah dan bahan buangan metabolisme yang dihasilkan pun menjadi lebih sedikit.

Konsentrasi CO₂ dalam media air pengangkutan terus meningkat dari jam ke-0 hingga jam ke-24. Konsentrasi CO₂ yang baik untuk juvenil ikan, yaitu < 0,02 mg L⁻¹ (Boyd 1982). Konsentrasi CO₂ pada setiap perlakuan di luar ambang batas yang direkomendasikan untuk ikan. Kadar CO₂ yang tinggi (*hipercapnia*) menyebabkan pH darah menjadi lebih asam (*acidosis*) sehingga kadar O₂ darah menurun melalui mekanisme efek *Root*. Kedua kondisi ini menyebabkan ikan meningkatkan laju ventilasi insang. Selanjutnya ikan akan mati karena kekurangan O₂, meskipun kandungan O₂ di air media pengangkutan tinggi. Tersedianya ion Cl⁻ di dalam media berfungsi untuk pertukaran ion HCO₃⁻ dari dalam darah ikan melintasi insang (Smith 1982). Hal ini berarti penggunaan garam 3 ppt dalam media pengangkutan dapat mengurangi kandungan CO₂ di dalam darah.

Nilai pH air selama pengangkutan masih dalam pada kisaran yang baik untuk ikan gabus yaitu 6-8,6 (Boyd 1982). Penurunan nilai pH disebabkan peningkatan konsentrasi CO₂ pada media pengangkutan. Senyawa CO₂ selama respirasi

akan bereaksi dengan air sehingga menghasilkan asam karbonat (H_2CO_3) yang dapat menurunkan pH air (William & Robert 1992).

Kematian ikan yang terjadi pada kegiatan pengangkutan tertutup salah satunya disebabkan oleh kandungan NH_3 dan CO_2 yang melebihi batas toleransi ikan. Dari hasil data fisik-kimiawi air tersebut di atas, perlakuan 30 ekor (tanpa garam) memiliki nilai NH_3 dan CO_2 lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan dengan penambahan garam 3 ppt. Kandungan amonia yang tinggi akan memengaruhi permeabilitas ikan terhadap air dan menurunkan konsentrasi ion dalam tubuh, sehingga meningkatkan konsumsi oksigen jaringan dan menyebabkan kerusakan insang serta mengurangi kemampuan darah dalam transpor oksigen (Boyd 1990). Tingginya kandungan CO_2 di dalam air menyebabkan ekskresi CO_2 di insang terhambat. Kandungan CO_2 yang tinggi (*hipercapnia*) yang menyebabkan pH darah menjadi lebih asam (*acidosis*) sehingga kadar O_2 darah menurun melalui mekanisme efek *Root*.

Kematian saat pengangkutan disebabkan ikan gagal mengatasi dan beradaptasi terhadap stres akibat memburuknya kualitas air. Kematian saat pascapengangkutan merupakan pengaruh lanjutan dari stres saat pengangkutan. Stres yang terlalu tinggi menyebabkan ikan sulit memulihkan keseimbangan fisiologis di dalam tubuhnya, kemudian berakibat kematian saat pemeliharaan pascapengangkutan. Kematian pada pascapengangkutan disebut juga dengan *delayed mortality* atau *hauling loss* (Wedemeyer 1996). Kematian tertinggi terdapat pada pemeliharaan pascapengangkutan hari ke-1. Tingginya kematian juvenil ikan gabus ini diakibatkan tingginya tingkat stres pascapengangkutan dan juvenil yang tidak dapat beradaptasi dengan lingkungan baru (Humairani 2015). Pada hari ke-4 hingga hari ke-21 tidak terdapat banyak kematian, karena ikan telah bera-

daptasi pada kondisi lingkungan. Hal ini dibuktikan dari hasil pengukuran nilai glukosa darah juvenil yang mendekati nilai glukosa darah ikan gabus normal.

Kepadatan ikan saat pengangkutan tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhan harian. Hal tersebut disebabkan ikan yang bertahan hidup telah mampu mengatasi stres saat pengangkutan dan beradaptasi dengan kondisi wadah pemeliharaan. Hasil penelitian Procarione *et al.* (1999) pada ikan rainbow trout (*Salmo gairdneri*) juga menunjukkan kondisi stres tidak selalu menyebabkan laju pertumbuhan ikan menurun. Menurunnya laju pertumbuhan akibat stres dan tekanan lainnya tidak berlaku secara umum pada seluruh ikan (McCormick *et al.* 1998).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kepadatan ikan gabus dalam media pengangkutan tidak memengaruhi nilai gradien osmotik. Perlakuan 30 ekor, 45 ekor, 60 ekor, dan 75 ekor dengan menggunakan garam 3 ppt merupakan kondisi isosmotik (nilai osmolaritas cairan tubuh mendekati nilai osmolaritas cairan media). Gradien osmotik yang semakin rendah membuat energi yang digunakan untuk proses osmoregulasi makin sedikit, sehingga penggunaan energi dapat dialihkan untuk pertumbuhan dan juga dapat meningkatkan sintasan (Setiyoningsih 2014). Sebaliknya perlakuan tanpa garam (30 ekor) menunjukkan bahwa juvenil ikan gabus bersifat hiperosmotik, yang berarti semakin besarnya energi yang digunakan untuk proses osmoregulasi (Corrion *et al.* 2005). Hal yang sama dikemukakan oleh Arjona *et al.* (2009) bahwa gradien osmotik yang semakin tinggi, dapat menyebabkan penggunaan energi untuk osmoregulasi akan semakin tinggi pula. Ketika ikan membutuhkan energi untuk proses osmoregulasi, maka ikan akan memanfaatkan sumber energi yang ada di dalam tubuhnya, yakni oksigen untuk oksidasinya (Marli-

na 2011). Hasil penelitian ini menunjukkan gradien osmotik yang rendah akan menghemat energi dan mengurangi konsumsi oksigen. Hal ini sesuai dengan perlakuan 30 ekor (tanpa garam) memiliki nilai oksigen terlarut lebih rendah dibandingkan perlakuan dengan penambahan garam 3 ppt, artinya ikan lebih banyak mengonsumsi oksigen untuk proses osmoregulasi.

Ikan yang bersifat hiperosmotik harus mengembangkan mekanisme fisiologisnya untuk mencegah kelebihan aliran air yang masuk ke dalam tubuh dan juga mengembangkan mekanisme untuk mencegah kehilangan zat terlarut sebagai kelebihan air yang diekskresikan melalui proses osmoregulasi. Hal ini juga dijelaskan oleh Evans (2008) yaitu pada ikan air tawar yang memiliki tekanan osmotik cairan tubuh yang lebih tinggi daripada tekanan osmotik medianya aliran air akan meningkat ke dalam tubuh dan menyebabkan kehilangan NaCl secara difusi melalui epitel insang permeabel. Untuk mencegah konsentrasi cairan tubuh internal menjadi terlalu encer maka ikan mengekskresikan urin hipotonik dalam volume yang relatif besar dan menyerap NaCl secara aktif melintasi epitel insang.

Peningkatan glukosa darah pada setiap perlakuan hari ke-0 pascapengangkutan menunjukkan ikan mengalami stres saat pengangkutan (Abreu *et al.* 2008). Mekanisme terjadinya perubahan performa glukosa darah selama stres yaitu adanya perubahan lingkungan yang akan diterima oleh organ reseptor. Informasi tersebut disampaikan ke otak bagian hipotalamus melalui sistem saraf, dan selanjutnya sel kromaffin menerima perintah melalui serabut saraf simpatik untuk mensekresikan hormon katekolamin. Hormon ini akan mengaktifkan enzim-enzim yang terlibat dalam katabolisme simpanan glikogen hati dan otot serta menekan sekresi hormon insulin, sehingga glukosa darah mengalami peningkatan.

Selanjutnya pada saat yang bersamaan hipotalamus otak mensekresikan CRF (*corticotropin releasing factor*) yang mengatur kelenjar pituitari untuk mensekresikan ACTH (*adrenocorticotrophic hormone*), MSH (*melanophore-stimulating hormone*) dan p-End (*p-endorphin*). Hormon tersebut akan mengatur sekresi hormon kortisol dari sel internal. Diketahui bahwa kortisol akan mengaktifkan enzim-enzim yang terlibat dalam glukoneogenesis yang menghasilkan peningkatan glukosa darah yang bersumber dari non karbohidrat.

Penurunan nilai pH darah menunjukkan ikan mengalami stres saat pengangkutan (Wood *et al.* 1997). Tingginya nilai gradien osmotik pada perlakuan 30 ekor (tanpa garam) menyebabkan ikan lebih banyak membutuhkan energi untuk osmoregulasi sehingga ikan menjadi hiperaktif dan aktivitasnya meningkat. Energi yang dihasilkan dari pemecahan glikogen melalui jalur metabolisme anaerob menyebabkan produksi asam laktat meningkat dan lepasnya CO₂ ke dalam darah (Wahyu 2015). Keberadaan asam laktat dan CO₂ menyebabkan pH darah menurun sehingga terjadi asidosis. Asidosis menyebabkan afinitas hemoglobin mengikat oksigen menjadi berkurang (*Bohr effect*) dan menurunnya kapasitas darah dalam mengangkut oksigen (*Root effect*) (Delince *et al.* 1987). Nilai pH darah ikan normal pada umumnya berkisar 7,6-7,8 (Wedemeyer 1996). Saat nilai pH darah berada pada kisaran 6,5-7,5 kandungan oksigen di dalam darah menurun dengan cepat seiring terjadinya asidosis (Berenbrink 2011). Penurunan nilai pH darah sebesar satu unit menyebabkan afinitas hemoglobin mengikat oksigen tereduksi hampir sebesar 50% (Wedemeyer 1996). Kondisi tersebut menyebabkan ikan mengalami kekurangan oksigen di dalam tubuh atau hipoksia, yang me-

nyebabkan suplai oksigen untuk proses metabolisme energi berkurang.

Simpulan

Penambahan garam 3 ppt ke dalam media pengangkutan dengan kepadatan berbeda mampu mempertahankan kualitas air dan menekan tingkat stres dibandingkan dengan perlakuan tanpa garam.

Daftar pustaka

- Affandi R, Tang UM. 2002. *Fisiologi Hewan Air*. UNRI Press, Pekanbaru. 217 hlm.
- Anggoro S. 1992. Efek osmotik berbagai tingkat salinitas media terhadap daya tetas telur dan vitalitas larva udang windu *Penaeus monodon* Fabricius *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor, 128 hlm.
- Abreu JS, Sanabaria-Ochoa AI, Goncalves FD, Urbinati EC. 2008. Stress responses of juvenile matrinxã (*Brycon amazonicus*) after transport in a closed system under different loading densities. *Ciencia Rural*, 38(5): 1413-1417.
- Arjona JF, Chacoff LV, Jarabo IR, Gonçalves O, Páscoa I, María P, Río MD, Mancera JM. 2009. Tertiary stress responses in Senegalese sole (*Solea senegalensis* Kamp.1858) to osmotic challenge: implication for osmoregulation, energy metabolism and growth. *Aquaculture*, 287(2): 419-426.
- Banerjee TK. 2007. Histopathology of respiratory organs of certain air-breathing fishes of India. *Fish Physiology and Biochemistry*, 33(4): 441-454.
- Berenbrink M. 2011. Evolution of root effect. In: Farrell AP, editor. *Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment*. London (UK): Academic Press. pp. 921-928.
- Boyd CE. 1982. *Water Quality Management for Pond Fish Culture*. Elsevier Science Publishing Company Inc. New York. 318 p.
- Boyd CE. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agriculture Experiment Station, Auburn University. Birmingham Publishing Co. Alabama. 482 p.
- Boyd CE. 2012. Water quality. In: Lucas JS, Southgate PC (Editor). *Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants*. 2nd edition. (UK): John Wiley & Sons. Oxford. pp. 52-82.
- Corrion RL, Alvarellos SS, Guzman JM, Mari'a P, Ri'o MD, Soengas JL, Mancera JM. 2005. Growth performance of gilthead sea bream conditions : Implication for osmoregulation and energy metabolism. *Aquaculture*, 250(3-4): 849-861.
- Delince GA, Campbell D, Janssen JAL, Kutty MN. 1987. *Seed Production*. African Regional Aquaculture Centre. Port Harcourt, Nigeria. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome 118 p.
- Emu S. 2010. Pemanfaatan garam pada pengangkutan sistem tertutup benih ikan patin *Pangasius* sp. berkepadatan tinggi dalam media yang mengandung zeolite dan arang aktif. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 82 hlm.
- Evans DH. 2008. Teleost fish osmoregulation: What have we learned since August Krogh, Homer Smith, and Ancel Keys. *American Journal of Physiology- Regulatory Comparative Integrative and Physiology*, 295(1):704-713.
- Humairani. 2015. Respon stres benih udang galah *Macrobrachium rosenbergii* terhadap penambahan zeolit, karbon aktif, minyak cengkeh dan garam pada transportasi tertutup. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 42 hlm.
- Maetz J. 1973. $\text{Na}^+/\text{NH}_4^+$, Na^+/H^+ exchanges and NH_3 movement across the gill of *Carassius auratus*. *Journal of Experimental Biology*, 58(4): 255-275.
- Marlina E. 2011. Optimasi osmolaritas media dan hubungannya dengan respon fisiologis benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). *Tesis*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 107 hlm.
- McCormick SD, Shrimpton JM, Carey JB, O'dea MF, Sloan KE, Moriyama S, Björnsson BT. 1998. Repeated acute stress reduces growth rate of Atlantic salmon parr and alters plasma levels of growth hormone, insulin-like growth factor I and cortisol. *Aquaculture*, 168(1): 221-235.
- Nirmala K, Hadiroseyani Y, Widiasto RP. 2012. Penambahan garam dalam air media yang berisi zeolit dan arang aktif pada transportasi sistem tertutup benih ikan gurami *Osphronemus goramy* Lac. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(2): 190-201.
- Procarione LS, Barry TP, Malison JA. 1999. Effects of high rearing densities and loading

- rates on the growth and stress responses of juvenile rainbow trout. *North American Journal of Aquaculture*, 61(2): 91-96.
- Purnamawati. 2016. Respon kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan gabus (*Channa striata* Blkr.) pada berbagai tingkat salinitas media air sulfat masam *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 95 hlm.
- Rahmawanty D, Anwar E, Bahtiar A. 2014. Formulasi gel menggunakan daging ikan haruan (*Channa striata*) sebagai penyembuh luka. *Media Farmasi*, 11(1) : 29-40.
- Ricker WE. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Canada (CAN): *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191: 382 p
- Setiyoningsih PR. 2014. Respon gelondongan ikan bandeng (*Chanos chanos*) akibat perubahan salinitas dengan penambahan kalsium klorida (CaCl_2) pada durasi yang berbeda. *Jurnal Penelitian UNISLA*, 5(2): 6-17
- Smith LS. 1982. *Introduction to Fish Physiology*. Neptune City, New Jersey, Publications Inc. 320 p.
- Supriyono E, Budiyaniti, Budiardi T. 2010. Respon fisiologi benih ikan kerapu macan *Ephinephelus fuscoguttatus* terhadap penggunaan minyak sereh dalam transportasi tertutup dengan kepadatan tinggi. *Jurnal Kelautan*, 15(2): 103-112.
- Supriyono E, Syahputra R, Ghozali MFR, Wahjuningrum D, Nirmala K, Kristanto AH. 2011. Efektivitas pemberian zeolit, arang aktif, dan minyak cengkeh terhadap hormone kortisol dan gambaran darah benih ikan patin *Pangasionodon hypophthalmus* pada pengangkutan dengan kepadatan tinggi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 11(1): 67-75.
- Wahyu. 2015. Respons fisiologis juvenil ikan gabus *Channa striata* pada transportasi sistem tertutup. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 58 hlm.
- Wedemeyer GA, Yasutake WT. 1978. Prevention and treatment of nitrite toxicity in juvenile steelhead trout (*Salmo gairdneri*). *Journal of Fisheries Research Board of Canada*. 35(6): 822-827
- Wedemeyer GA. 1996. Transportation and handling. In: Pennel W, Barton BA (ed). *Principles of Salmonid Culture. Development in Aquaculture and Fisheries Science* 29. Elsevier. Amsterdam. pp. 727-755.
- Wendelaar BSE. 1997. The stress response in fish. *Physiological Reviews*, 77(1): 591-625.
- William AW, Robert MD. 1992. Interaction of pH, carbon dioxide, alkalinity and hardness in fish ponds. J. *SRAC Publication*, 464: 1-4.
- Witeska M. 2005. Stress in fish: hematological and immunological effects of heavy metals. *Electronic Journal of Ichthyology*, 15(1): 35-41.
- Witeska M. 2013. Erythrocytes in teleost fishes: a review. *Zoology and Ecology*, 23(4): 275-281.
- Wood CM, McMahon BR, McDonald DG. 1977. An analysis of changes in blood pH following exhausting activity in the starry flounder, *Platichthys stellatus*. *Journal of Experimental Biology*, 69(1):173-185.

Perkembangan sel telur ikan seriding, *Ambassis nalua* (Hamilton 1822)

[Oocyte development of scalloped perchlet, *Ambassis nalua* (Hamilton 1822)]

Nisha Desfi Arianti^{1✉}, M.F. Rahardjo^{2,4}, Ahmad Zahid^{3,4}

¹ Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Perairan, Sekolah Pascasarjana IPB

²Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB

³Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, IPB

⁴Masyarakat Iktiologi Indonesia (MII)

Diterima: 27 Oktober 2016; Disetujui: 31 Januari 2017

Abstrak

Ikan seriding (*Ambassis nalua*) merupakan salah satu jenis ikan di perairan Teluk Pabean, Indramayu yang berukuran ke-cil, transparan dan tersedia dalam jumlah melimpah. Penelitian ini bertujuan untuk melihat perkembangan sel telur secara histologis dan menentukan tipe pemijahan ikan seriding. Ikan seriding didapatkan dari hasil tangkapan nelayan di Teluk Pabean, kemudian gonad contoh diawetkan dengan menggunakan larutan BNF (*Buffer Neutral Formalin*). Preparat histologis sel telur dibuat dengan metode pewarnaan HE, kemudian diamati dibawah mikroskop berkamera. Tahapan perkembangan oosit pada ikan seriding yaitu kromatin nukleus dan perinuklear (tahap pertumbuhan awal), kortikal alveoli, vitelo-genesis, dan pematangan. Tahapan tersebut menunjukkan bahwa ikan seriding merupakan tipe ikan yang memijah secara bertahap.

Kata penting: gonad, histologi, pemijah bertahap, seriding

Abstract

Scalloped perchlet (*Ambassis nalua*) is a small, transparent, and abundant species inhabit in Pabean Bay, Indramayu. The present study aims to describes oosit development stages histologically and determine the spawning type of the Scalloped perchlet. Scalloped perchlet obtained from fishermen in Pabean bay, then gonads preserved by using a solution of BNF (*Buffer Neutral Formalin*). The gonadal histology of oosit made by HE staining method, then observed in microscope camera. The development of the oocytes was classified into four stages i.e initial growth stage (the chromatin of the nucleus and perinuclear), cortical alveoli, vitellogenesis, and ripe. Based on the stages of oocytes, scalloped perchlet categorized as partial spawner.

Keywords: gonads, histology, partial spawner, scalloped perchlet

Pendahuluan

Reproduksi merupakan upaya untuk menghasilkan individu baru melalui proses pemijahan. Siklus reproduksi masing-masing ikan bervariasi, dilihat dari perkembangan oosit dan musim pemijahan. Beberapa jenis ikan melakukan pemijahan dalam jangka panjang, jangka pendek, dan ada ikan yang memijah sepanjang tahun dengan pelepasan telur secara bertahap. Tipe pemijahan ikan dapat ditentukan dengan melihat perkembangan oosit pada histologi ovarium ikan betina.

Perkembangan oosit terdiri atas beberapa tahapan; yaitu tahap perkembangan awal (ditandai dengan terbentuknya nukleus kromatin dan perinuklear), tahap kortikal alveoli, tahap vitellogenesis, dan tahap pematangan (pematangan awal dan pematangan akhir) (McMillan 2007). Perkembangan oosit yang terjadi juga tidak harus mengikuti tahapan yang sudah ada, dapat disesuaikan dengan periode perkembangan oosit ikan.

Menurut Selman & Wallace (1989), ovarium ikan dapat diklasifikasikan dalam tiga tipe berdasarkan bentuk perkembangan oositnya yaitu tipe berkembang bersamaan (*asynchronous*), berkembang bersamaan secara berkelompok (*group synchronous*), dan berkembang tidak bersamaan

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: nishadesfia67@gmail.com

(*asynchronous*). Tipe perkembangan oosit tidak bersamaan (*asynchronous*) dapat ditemukan dalam ovarium yang memiliki beberapa kelompok oosit dengan tingkat perkembangan kematangan yang berbeda-beda (Nagahama 1983; Nejedli *et al.* 2004).

Selama ini masih sedikit penelitian terkait dengan biologi ikan seriding. Zahid *et al.* (2011) mengungkap tentang makanan ikan seriding di perairan Segara Menyan, Jawa Barat. Tahapan perkembangan sel telur secara histologis merupakan dasar untuk kajian reproduksi terkait strategi reproduksi. Marques *et al.* (2000) menjelaskan bahwa kajian mengenai reproduksi ikan dapat digunakan untuk mendukung manajemen dan program konservasi ikan yang dirancang untuk mempertahankan atau meningkatkan stok ikan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan memperlakukan tahapan perkembangan sel telur (oosit) dan tipe pemijahan ikan seriding.

Bahan dan metode

Contoh ikan diambil pada bulan April hingga Oktober 2015 di Teluk Pabean, Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat. Ikan seriding ditangkap menggunakan alat tangkap sero (panjang sayap 60 m; tinggi 1,2 m; mata jaring 2 mm). Sero dipasang pada malam hari dan diangkat pada pagi hari oleh nelayan. Ikan seriding yang tertangkap kemudian dibedah dan dikelompokkan berdasarkan jenis kelamin.

Gonad dipisahkan dari isi perut lainnya. Gonad yang mewakili tingkat kematangan gonad

yang berbeda secara morfologi kemudian dipisahkan kedalam plastik klip, diawetkan menggunakan larutan BNF (*Neutral Buffered Formalin*). Penentuan tingkatan kematangan gonad pada ikan seriding secara morfologi dilakukan dengan memperhatikan ukuran, warna, dan butiran telur yang terlihat secara kasat mata.

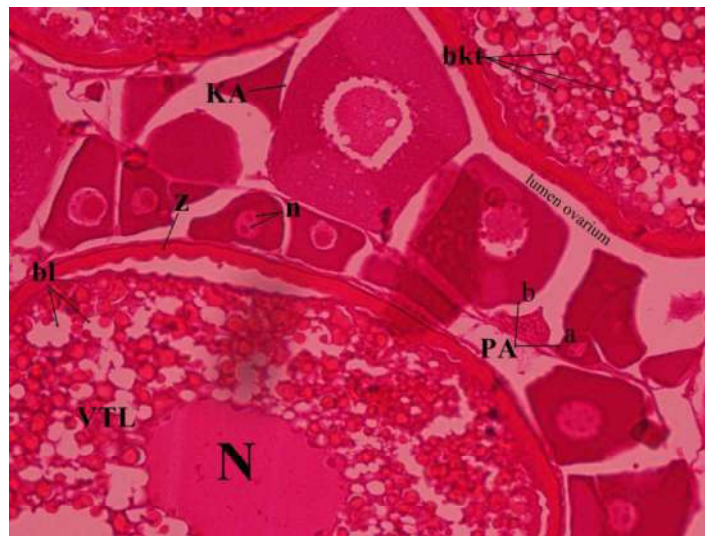
Preparat histologis gonad dibuat dengan metode pewarnaan hematoxylin dan eosin dengan ketebalan pengirisan 3-5 μm pada posisi melintang. Pengamatan gonad dilakukan di Laboratorium Histopatologi Fakultas Kedokteran Hewan IPB. Preparat gonad diamati di bawah mikroskop berkamera (perbesaran 40x) di Laboratorium Terpadu Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif mengacu kepada Murua & Rey (2003), McMillan (2007), dan Genten *et al.* (2009).

Hasil

Dalam satu penampang oosit ikan seriding betina terdapat dua hingga tiga perkembangan telur. Pada Gambar 1 terlihat adanya tahap pertumbuhan awal (kromatin nukleus dan perinuklear), kortikal alveoli, dan vitelogenesis. Ukuran oosit pada setiap tahap perkembangannya sangat bervariasi. Hal ini terlihat dari diameter telur yang teramati melalui preparat histologis perkembangan oosit (Tabel 1).

Tabel 1. Kisaran diameter telur perkembangan oosit ikan seriding

Tahapan Perkembangan Oosit	Ukuran (μm)
Pembentukan kromatin nukleus	30 – 500
Pembentukan perinuklear	600 – 1300
Kortikal alveoli	1000 – 2500
Vitelogenesis	1500 – 7300
Matang	3700 – 5000



Gambar 1. Penampang histologi oosit ikan seridng. KA, kortikal alveoli; N, nukleus; VTL, vitelogenesis; n, nukleolus; PA, pertumbuhan awal (primer) (a, kromatin nukleus dan b, perinuklear); bl, butiran lemak; bkt, butiran kuning telur; z, zona radiata.

Tahap kromatin nukleus

Kromatin nukleus merupakan tahapan awal ketika oogonia mengalami pembelahan meiosis profase. Dari pembelahan tersebut kemudian muncul oosit di lumen ovarium. Oosit dikelilingi beberapa sel folikel skuamosa dan memiliki inti yang dikelilingi lapisan sitoplasma yang tipis, disebut dengan nukleus (Gambar 2, kromatin nukleus).

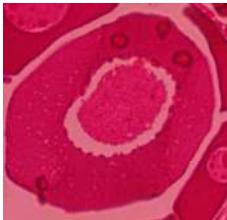
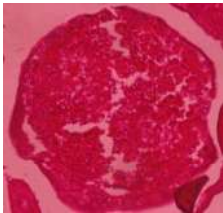
Tahap perinuklear

Bersamaan dengan berkembangnya oosit, nukleolus tumbuh di dalam nukleus dengan jumlah yang berbeda pada setiap masing-masing oosit, umumnya berjumlah lebih dari dua nukleulus yang berada di pinggiran lapisan inti. Kemudian terbentuk cincin putih yang mengelilingi nukleus. Pada akhir tahap ini akan terlihat beberapa pembentukan butiran kuning telur dan

lemak di sitoplasma. Hal ini menunjukkan oosit akan menuju ke tahapan kortikal alveoli. Hampir rata-rata pada tahap ini oosit belum mengalami matang gonad (Gambar 2, perinuklear).

Tahap kortikal alveoli

Pada tahap ini ovarium mengalami perkembangan sitoplasma, disebabkan oleh adanya pembentukan butiran lemak dan butiran kuning telur di sekeliling nukleus. Nukleus masih berada di posisi inti dengan beberapa nukleolus yang melekat di membran (Gambar 2, kortikal alveoli). Kortikal alveoli (*yolk vesicle*) terbentuk dengan ukuran yang bervariasi dan memiliki bentuk yang tidak beraturan. Pada tahap ini zona radiata terlihat lebih jelas. Memasuki tahap vitelogenesis, kortikal alveoli akan bermigrasi ke pinggiran oosit.

Tahapan	Karakteristik Morfologis	Karakteristik Histologis
Kromatin nukleus		
Perinuklear		
Kortikal alveoli		
Vitellogenesis		
Matang		

Gambar 2. Tahap perkembangan oosit ikan seriding (*Ambassis nalua*) secara makroskopik dan mikroskopik (skala: 500 μ m) / (400 x)

Tahap vitelogenesis

Setelah kortikal alveoli, terjadi pertambahan ukuran serta jumlah butiran kuning telur dan lemak mengisi sitoplasma. Tahap ini disebut awal vitelogenesis (*early vitelogenesis*). Selanjutnya pada tahap akhir vitelogenesis (*late*

vitelogenesis) terjadi pengendapan butiran kuning telur pada sisi tepi oosit yang matang dan kemudian menyebar ke seluruh sitoplasma mendekati nukleus (Gambar 2, vitelogenesis). Proses ini membuat ukuran nukleus semakin mengecil dengan bentuk yang tidak beraturan.

Butiran kuning telur mulai mengalami pencairan sejalan dengan berkembangnya sitoplasma. Selain itu zona radiata terlihat lebih tebal dan jelas antara teka internal dan teka eksternal.

Tahap matang

Pada tahap ini nukleus menghilang dan nukleolus keluar ke sitoplasma, sehingga oosit sulit diidentifikasi. Butiran kuning telur mengalami pencairan dan terlepas ke lumen ovarium. Zona radiata (teka internal dan teka eksternal) mengalami penipisan karena peningkatan ukuran sel sehingga epitel folikular menjadi pecah dan ini disebut dengan tahap matang (Gambar 2, matang).

Pembahasan

Ikan yang mengeluarkan telurnya secara bersamaan (*synchronous spawner*) hanya ada satu tahap perkembangan oosit dalam penampang ovarium seperti pada *Mallotus villosus* (Forberg 1982) dan *Anguilla rostrata* (Krueger & Oliveira 1997). Ikan yang mengeluarkan telur secara berkelompok (*group-synchronous spawner*) memiliki dua tahapan perkembangan dalam penampang ovarium, yaitu oosit berukuran besar (homogen) dan oosit berukuran kecil (heterogen) seperti pada ikan *Sardina pilchardus sardina* (Ganias *et al.* 2004). Berbeda dengan ikan seriding, tahapan perkembangan oosit menunjukkan keunikan yaitu dalam satu perkembangan ovarium terdapat dua hingga tiga tahap perkembangan oosit dalam penampang ovarium. Hal ini menunjukkan bahwa perkembangan oosit ikan seriding tergolong kedalam berkembang tidak bersamaan (*asynchronous spawner*), seperti pada ikan *Oligosarcus hepse-*

tus (Santos *et al.* 2005) dan *Danio rerio* (Ucuncu 2009). Ikan-ikan dengan tipe pemijahan tidak ber-samaan (*asynchronous spawner*) memiliki musim pemijahan yang panjang dan biasanya pemijahan terjadi sepanjang tahun terlepas dari pengaruh kondisi lingkungan (Durham & Wilde 2008).

Jumlah tahapan perkembangan gonad dan sub-tahap pada ikan dapat bervariasi sesuai dengan perkembangan ovarium untuk setiap spesies dan juga sesuai dengan kriteria berbeda yang di-gunakan oleh masing-masing penulis (Santos *et al.* 2005). Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan ditemukan lima tahapan perkembangan oosit pada ikan seriding yaitu 1. kromatin nukleus; 2. perinuklear; 3. kortikal alveoli; 4. vitelogenesis; dan 5. matang. Karakter morfologis dan histologis tahapan perkembangan oosit terangkum pada Tabel 2.

Simon *et al.* (2012) menggolongkan tahap kromatin nukleus dan perinuklear sebagai tahap pertumbuhan awal. Menurut Begovac & Wallace (1988), tahapan perinuklear pada sebagian ikan ditandai dengan adanya cincin (*perinuclear ring*) seperti pada ikan *Tilapia nilotica* dan *Sygnathus scovelli*. Pada tahap pertumbuhan awal, ukuran oosit pada ikan seriding semakin meningkat, mulai dari munculnya oosit dengan nukleus hingga awal terbentuknya butiran kuning telur dan lemak di sitoplasma. Ukuran oosit meningkat sejalan dengan meningkatnya ukuran nukleus dengan jumlah nukleolus menjadi lebih banyak (Ünver & Saraydin 2004, Honji *et al.* 2006, Santos *et al.* 2006). Tahap pertumbuhan awal ini merupakan tahapan awal yang sering dijumpai pada setiap perkembangan sel telur ikan.

Tabel 2. Karakteristik morfologi gonad ikan seriding

Tahapan	Karakter morfologis	Karakter histologis
Kromatin nukleus	Ukuran ovarium kecil, tipis, berwarna jingga dan terlihat seperti mi-nyak.	Sel kecil dengan inti sel (nukleus) ditengah dan bentuk tidak beraturan.
Perinuklear	Ukuran ovarium membesar, warna kekuningan tetapi butiran telur belum terlihat.	Sel lebih besar sejalan dengan perkembangan sitoplasma, nukleus semakin membesar disertai dengan munculnya nukleolus. Ditemukan seperti cincin putih yang mengelilingi nukleus.
Kortikal alveoli	Ukuran ovarium semakin membesar, berwarna kuning dan mulai terlihat adanya butiran telur.	Ditandai dengan munculnya pembentukan butiran kuning telur dan butiran lemak di sitoplasma. Zona radiata dan lapisan folikel mulai terlihat jelas.
Vitelogenesis	Butiran telur terlihat dengan jelas dan rongga ovarium rapat dengan telur. Pembuluh darah terlihat sangat jelas.	Nukleus mulai terdesak dengan semakin meningkatnya jumlah dan ukuran butiran kuning telur di sitoplasma. Zona radiata semakin tebal dan terlihat jelas.
Matang	Butiran telur terlihat dan rongga ovarium mulai merenggang, terdapat bagian yang transparan.	Pada tahap ini, nukleus menghilang dan nekleolus keluar ke sitoplasma. Pembentukan butiran kuning telur telah berhenti dan sitoplasma didominasi oleh butiran kuning telur.

Pada tahap kortikal alveoli, butiran kuning telur dan lemak mulai muncul memenuhi sitoplasma. Kortikal alveoli memiliki peranan penting dalam menuju tahap vitelogenesis karena peningkatan ukuran kortikal alveoli (butiran kuning telur dan lemak) akan bergeser ke pinggiran sitoplasma dan menguatkan dinding sitoplasma. Ravaglia & Maggese (2002) mengungkapkan bahwa perpindahan kortikal alveoli ke pinggiran sitoplasma disebabkan oleh akumulasi butiran kuning telur yang meningkat.

Selanjutnya pada tahap vitelogenesis, hormon gonadotropin (GTH) seperti LH (*luteinizing hormone*) dan FSH (*follicle stimulating hormone*) berperan dalam pertumbuhan dan pematangan oosit pada ikan seperti pada ikan *Carassius auratus*, *Trichogaster trichopterus*, dan *Gasterosteus aculeatus* yang juga memiliki tahapan perkembangan oosit yang tidak bersamaan (Shi *et al.* 2015). Meskipun ada beberapa hormon yang tidak bekerja secara langsung dalam perkembangan oosit, seperti hormon pertumbuhan yang memacu pertumbuhan tubuh

pada ikan agar ikan tumbuh lebih cepat dan mengalami matang gonad.

Pada beberapa ikan, perpaduan butiran kuning telur dan lemak menjadi sulit dibedakan pada saat proses pematangan dan oosit menjadi sulit ditemukan saat akan pembubaran inti. Hal ini disebabkan oleh penyusutan dan distorsi dari oosit selama pemrosesan kembali normal. Yön *et al.* 2008 mengungkapkan bahwa pada tahap matang, nukleus tidak dapat diamati karena butiran kuning telur dan lemak mengisi seluruh sitoplasma secara homogen dengan ukuran yang lebih besar.

Tahapan perkembangan oosit juga dapat dihubungkan dengan tingkat kematangan gonad pada ikan. Butiran kuning telur tersebut akan terlihat berwarna jingga karena adanya pigmen karotenoid. Ikan yang belum matang gonad dengan warna kuning muda disebabkan pada tahap pertumbuhan awal (kromatin nukleus dan perinuklear) butiran kuning telur dan lemak belum muncul. Warna jingga dapat terlihat pada ikan yang telah matang gonad.

Tumpang tindih ukuran antara tahap vitellogenesis dan tahap matang disebabkan perbedaan ukuran tubuh dan bobot tubuh pada ikan seriding. West (1990) menegaskan bahwa bias pada ukuran oosit mungkin terjadi karena sampel yang digunakan dari ukuran tubuh yang berbeda. Assem *et al.* (2015) juga menjelaskan bahwa pada habitat yang berbeda (perairan laut dan payau) ikan *Mugil cephalus* memiliki tumpang tindih ukuran diameter oosit antara tahap matang dan tahap penyerapan. Tumpang tindih ukuran oosit juga dijumpai pada ikan *Gerres equulus* (Iqbal *et al.* 2007).

Simpulan

Ikan seriding memiliki tiga tahapan perkembangan oosit dalam ovarium. Tipe ovarium demikian digolongkan kedalam tipe ovarium yang memiliki perkembangan oosit berkembang tidak bersamaan. Adapun tahapan perkembangan oosit pada ikan seriding yaitu 1. kromatin nukleus; 2. perinuklear; 3. kortikal alveoli; 4. vitellogenesis; dan 5. matang.

Daftar pustaka

- Assem SS, Rahman SHA, AlAbsawey MA, Mourad MM. 2015. Biological, histological and ultra-structural studies of female mullet, *Mugil cephalus*, ovaries collected from different habitats during annual reproduction cycle. *African Journal of Biotechnology*, 14(3): 2400-2414.
- Begovac PC, Wallace RA. 1988. Stage of oocyte development in the pipefish, *Syn-gnathus scovelli*. *Journal of Morphology*, 197(3): 353-369.
- Durham BW, Wilde GR. 2008. Asynchronous and synchronous spawning by smalleye shiner *Notropis buccula* from the Brazos River, Texas. *Ecology of Freshwater Fish*, 17(4): 528-541.
- Forberg KG. 1982. A histological study of development of oocytes in capelin, *Mallotus villosus* (Muller). *Journal of Fish Biology*, 20(2):143-154.
- Ganias K, Somarakis S, Machias A, Theodorou A. 2004. Pattern of oocyte development and batch fecundity in the Mediterranean sar-dine. *Fisheries Research*, 67(1): 13-23.
- Genten F, Terwinghe E, Danguy, A. 2009. *Atlas of Fish Histology*. Science Publishers. Enfield, NH, United States of America. 215 p.
- Honji RM, Vaz-dos-Santos AM, Rossi-Wongtschowski CLDB. 2006. Identification of the stages of ovarian maturation of the Argentine hake *Merluccius hubbsi* Marini, 1933 (Teleostei: Merlucciidae): advantages and disadvantages of the use of the macroscopic and microscopic scales. *Neotropical Ichthyology*, 4(3): 329-337.
- Iqbal KM, Ohtomi J, Suzuki H. 2007. Reproductive biology of the Japanese silver-biddy, *Gerres equulus*, in western Kyushu, Japan. *Fisheries Research*, 83(2-3): 145-150.
- Krueger WH, Oliveira K. 1997. Sex, size, and gonad morphology of Silver American eels *Anguilla rostrata*. *Copeia*, 1997(2): 415-420.
- Marques DKS, Rosa IL, Gurgel HCB. 2000. Descrição histológica de gônadas de traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch) (Osteichthyes, Erythrinidae) da barragem do rio Gramame, Alhandra, Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 17(3): 573-582.
- McMillan DB. 2007. *Fish Histology: Female Reproductive Systems*. Springer Netherlands. Netherlands 598 p.
- Murua H & Rey FS. 2003. Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. *Journal of the Northwest Atlantic Fishery Science*, 33 :23-31.
- Nagahama Y. 1983. The functional morphology of teleost gonads. In: Hoar WS, Randall DJ, Donaldson EM. (eds.). *Fish Physiology*. Vol. IX Reproduction, Part A (Endocrine Tissues and Hormones). Academic Press. New York. pp. 223-275.
- Nejedli S, Petrincic Z, Ku Ir S, Srebocan E. 2004. Annual oscillation of ovarian morphology in European pilchard (*Sardina pilchardus* Walbaum) in the North-ern Adriatic Sea. *Veterinarski Arhiv*, 74(2): 97-106.
- Ravaglia MA, Maggese MC. 2002. Oogenesis in the swamp eel *Synbranchus marmoratus* (Bloch, 1795) (Teleostei; Synbranchidae). Ovarian anatomy, stages of oocyte

- development and micropyle structure. *Biocell*, 26(3): 325-337.
- Santos RN, Andrade CC, Santos AF, Santos LN, Araujo FG. 2005. Histological analysis of ovarian development of the characiform *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) in a Brazilian Reservoir. *Brazilian Journal of Biology*, 65(1): 169-177.
- Santos JE, Padilha GEV, Junior OB, Santos GB, Rizzo E, Bazzoli N. 2006. Ovarian follicle growth in the catfish *Iheringichthys labrosus* (Siluriformes: Pimelodidae). *Tissue and Cell* 38(5): 303–310.
- Selman K, Wallace RA. 1989. Cellular aspects of oocyte growth in Teleosts. *Zoological Science*, 6: 211-231.
- Shi B, Liu X, Xu Y, Wang S. 2015. Molecular characterization of three gonadotropin subunits and their expression patterns during ovarian maturation in *Cynoglossus semilaevis*. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(2): 2767-2793.
- Simon KD, Bakar Y, Mazlan AG, Zaidi CC, Samat A, Arshad A, Temple SE, Brown-Peterson NJ. 2012. Aspects of the reproductive biology of two archer fishes *Toxotes chatareus*, (Hamilton 1822) and *Toxotes jaculatrix* (Pallas 1767). *Environmental Biology of Fishes*, 93(4):491-503.
- Ucuncu SI, Ozlem C. 2009. Atresia and apoptosis in preovulatory follicles in the ovary of *Danio rerio* (Zebrafish). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9(2): 215-221.
- Ünver B, Saraydin SU. 2004. Histological examination of ovarium development of shemaya *Chalcalburnus chalcoides* living in Lake Tödürge (Sivas/Turkey). *Folia Zoologica*, 53(1): 99-106.
- West G. 1990. Methods of assessing ovarian development in Fishes: a Review. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 41(2):199-222.
- Yön NDK, Aytakin Y, Yüce R. 2008. Ovary maturation stages and histological investigation of ovary of the zebrafish (*Danio rerio*). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51(3): 513-522.
- Zahid A. 2011. Variasi makanan ikan Seriding, *Ambassis nalu* (Hamilton, 1822) di ekosistem estuari Segara Menyan, Jawa Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 11(2): 159–168.

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 1 Bulan Februari Tahun 2017, yaitu:

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

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

Endi S. Kartamihardja, Prof. Dr. (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Kelautan dan Perikanan)

G. Nugroho Susanto, Dr. (Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung)

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

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

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

Muchlisin Z.A, Prof. Dr. (Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala)

Nur Bambang Priyo Utomo, Dr. (Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor)

Ridwan Affandi, Prof. Dr. (Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor)

Senny Helmiati, M.Sc. (Laboratorium. Ilmu Makanan Ikan Departemen Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada)

Siti Aslamyah, Dr. (Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin)

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

Wudianto, Prof. Dr. (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Badan Penelitian dan Pengembangan 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.

Aisyah Lukmini, Eddy Supriyono, Tatag Budiardi Toksisitas moluskisida fentin asetat terhadap hematologi dan pertumbuhan ikan nila, <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) [Toxicity of fentin acetate molluscicide on haematological and growth of Nile tilapia, <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)]	1
Ika Wahyuni Putri, Mia Setiawati, Dedi Jusadi Enzim pencernaan dan kinerja pertumbuhan ikan mas, <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758 yang diberi pakan dengan penambahan tepung kunyit <i>Curcuma longa</i> Linn. [Digestive enzymes and growth performance of common carp, <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758 with additional of turmeric meal, <i>Curcuma longa</i> Linn. in the diet]	11
Irin Iriana Kusmini, Fera Permata Putri, Deni Radona Pertumbuhan dan sintasan pascalarva ikan lalawak, <i>Barbonymus balleroides</i> (Valenciennes, 1842) di akuarium dengan kepadatan berbeda [The growth and survival rate of red tailed tinfoil, <i>Barbonymus balleroides</i> (Valenciennes, 1842) post-larvae in aquariums with different densities]	21
Bastiar, Agus Oman Sudrajat, Melta Rini Fahmi Penggunaan serotonin dalam formulasi hormon pregnant mare serum gonadotropin dan antidopamin untuk menginduksi perkembangan gonad ikan ringau, <i>Datnioides microlepis</i> Bleeker, 1854 [Serotonin application in pregnant mare serum gonadotropin hormone and dopamin antagonist formulation to induce gonadal development of Indonesian tigerfish (<i>Datnioides microlepis</i> Bleeker, 1854)]	29
Eda Putri Santi, M. F. Rahardjo, Sulistiono Makanan ikan seriding, <i>Ambassis nalua</i> (Hamilton, 1822) di Teluk Pabean, Jawa Barat [Diet of scalloped perchlet, <i>Ambassis nalua</i> (Hamilton, 1822) in Pabean Bay, West Java]	45
Adam Robisalmi, Priadi Setyawan, Bambang Gunadi Efek nisbah kelamin jantan dan betina yang berbeda terhadap kinerja pertumbuhan yuwana ikan nila biru, <i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner 1864) [Effect of different male and female sex ratio on growth of juvenile blue tilapia <i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner 1864)]	55
Robet Perangin Angin, Sulistiono, Rahmat Kurnia, Achmad Fahrudin, Ali Suman Struktur komunitas sumber daya ikan demersal berdasarkan kedalaman perairan di Laut Cina Selatan (WPP-NRI 711) [Community structure of demersal fish resources based on the depth of the waters in the South China Sea (Indonesia Fisheries Management Zone 711)]	67
Djumanto, Bayu Eko Pranoto, Vinta Seta Diani, Eko Setyobudi Makanan dan pertumbuhan ikan bandeng, <i>Chanos chanos</i> (Forsskål, 1775) tebaran di Waduk Sermo, Kulon Progo [Food and the growth of introduced milkfish, <i>Chanos chanos</i> (Forsskål, 1775) in Sermo Reservoir, Kulon Progo]	85
Jannesa Nasmi, Kukuh Nirmala, Ridwan Affandi Pengangkutan juvenil ikan gabus <i>Channa striata</i> (Bloch 1793) dengan kepadatan berbeda pada media bersalinitas 3 ppt [Transportation of juvenile striped snakehead (Bloch 1793) with different densities in 3 ppt salinity media]	103
Nisha Desfi Arianti, M.F. Rahardjo, Ahmad Zahid Perkembangan sel telur ikan seriding, <i>Ambassis nalua</i> (Hamilton 1822) [Oocyte development of scalloped perchlet, <i>Ambassis nalua</i> (Hamilton 1822)]	117

