

Jurnal Iktiologi Indonesia

(Indonesian Journal of Ichthyology)

Volume 19 Nomor 1 Februari 2019



Diterbitkan oleh:

Masyarakat Iktiologi Indonesia

(The Indonesian Ichthyological Society)



Jurnal Iktiologi Indonesia

p ISSN 1693-0339

e ISSN 2579-8634

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

Volume 19 Nomor 1 Februari 2019

Dewan Penyunting

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

Alamat Dewan Penyunting:

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

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



Paracheilinus rennyae
(Foto: G. R. Allen)

Percetakan: CV. Rajawali Corporation

Prakata

Edisi Jurnal Ikhtologi Indonesia kali ini memuat 12 artikel hasil penelitian dan satu artikel ulasan balik. Tiga artikel membahas tentang pertumbuhan ikan. pertama, Andriani *et al.* membahas tentang pencernaan pakan dan kinerja pertumbuhan yuwana ikan gurami yang diberi pakan dengan penambahan glutamin. Kedua Erlangga *et al.* yang mengemukakan bahwa penggunaan rekombinasi hormon tiroksin dan hormon rGH berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan bobot, panjang, dan sintasan larva ikan maskoki. Ketiga, Widyatmoko *et al.* menunjukkan bahwa tanaman vetiver 800 g berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan sintasan ikan nila pada sistem akuaponik.

Penelitian dalam upaya peningkatan kualitas warna ikan hias dilakukan oleh Koncara *et al.* dan Novita *et al.* Peneliti pertama menambahkan tepung bayam merah pada pakan yang dapat meningkatkan dan memperbaiki kualitas warna ikan sumatra albino. Peneliti kedua menemukan spektrum cahaya lampu LED biru menghasilkan pertumbuhan dan kualitas warna terbaik pada yuwana ikan badut.

Daryanto *et al.* memaparkan penghitungan jumlah nukleolus sebagai metode tidak langsung dapat menjadi metode dalam penentuan tingkat ploidi pada ikan patin siam. Khalil *et al.* menggunakan tepung biji pepaya yang dicampurkan dalam pakan untuk menurunkan fungsi reproduksi ikan nila gift. Hasilnya, tepung biji pepaya berpengaruh terhadap bentuk morfologi sperma

dan abnormalitas pada sperma ikan, serta mempengaruhi proses motilitas sperma dan proses pembuahan telur ikan nila.

Upaya untuk menginduksi ketahanan ikan lele sangkuriang terhadap bakteri *A. hydrophila* dilakukan oleh Rosidah *et al.* dengan memberikan ekstrak daun kelor melalui pakan. Konsentrasi 153,95 ppm merupakan konsentrasi optimum untuk meningkatkan ketahanan tubuh lele sangkuriang terhadap serangan bakteri *Aeromonas hydrophila*.

Selain menampilkan hasil penelitian yang dilakukan dalam skala laboratorium, JII edisi bulan ini juga menyajikan penelitian di lapangan. Jusmaldi *et al.* melaporkan biologi reproduksi ikan lais di Sungai Mahakam. Restiangsih dan Muchlis melaporkan aspek biologi ikan lencam di perairan Bangka dan sekitarnya. Karakteristik morfologis populasi ikan tawes dari lokasi perairan berbeda di Provinsi Jawa Tengah dilaporkan oleh Ayyubi *et al.* Pertama menjelaskan tentang makanan dan kebiasaan makan ikan lemuru di perairan Selat Bali

Artikel penutup edisi ini berupa ulasan balik tentang jenis-jenis ikan baru di pulau-pulau kecil, terumbu karang, dan perairan tawar di Indonesia. Ini merupakan tulisan terakhir almarhumah ibu Renny Kurnia Hadiaty. Almarhumah dipanggil oleh Tuhan Yang Maha Kuasa pada subuh tanggal 30 Januari 2019. Kami dewan penyunting sangat berduka atas kepergian beliau.

Penyunting

Kecernaan pakan dan kinerja pertumbuhan yuwana ikan gurami, *Osphronemus goramy* Lacepede, 1801 yang diberi pakan dengan penambahan glutamin

[Diet digestibility and growth performance of giant gourami juvenile, *Osphronemus goramy* fed on diet supplemented using glutamine]

Yuli Andriani^{1✉}, Mia Setiawati², Mas Tri Djoko Sunarno³

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

²Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Institut Pertanian Bogor
Jl. Agatis, Kampus IPB, Dramaga, Bogor 16680

³Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan
Jl. Sempur No.1, Bogor 16154

Diterima: 15 Agustus 2018; Disetujui: 27 November 2018

Abstrak

Penelitian dilakukan dengan tujuan mengevaluasi penambahan glutamin dengan dosis berbeda dalam pakan untuk peningkatan kecernaan pakan dan kinerja pertumbuhan yuwana ikan gurami. Penelitian ini terdiri atas dua tahap yaitu uji kecernaan pakan dan uji pertumbuhan. Masing-masing uji menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri atas empat perlakuan dengan empat ulangan. Glutamin dengan dosis 0, 1, 2 dan 3% dicampurkan ke dalam pakan isoprotein dan isoenergi. Kromium oksida (Cr_2O_3) ditambahkan dalam pakan uji sebanyak 0,6% sebagai indikator kecernaan. Ikan uji yang digunakan adalah yuwana ikan gurami dengan bobot awal $2,07 \pm 0,00$ g, dipelihara dalam akuarium berukuran 50 cm x 40 cm x 35 cm dengan padat tebar 25 ekor per akuarium. Ikan diberi pakan uji dengan frekuensi tiga kali dalam sehari yaitu pada pukul 07.00, 12.00, dan 17.00 secara *at satiation*. Uji kecernaan pakan dilakukan selama 20 hari menggunakan metode pengumpulan feses yang dilakukan pada hari ketujuh setelah ikan diberi pakan uji. Uji pertumbuhan dilakukan selama 60 hari dan selama pemeliharaan dilakukan pergantian air sebanyak 30% dari volume media pemeliharaan pada pagi hari sebelum pemberian pakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan glutamin 3% meningkatkan kecernaan total ($73,66 \pm 0,18\%$), kecernaan energi ($64,79 \pm 0,22\%$), kecernaan protein ($90,57 \pm 0,01\%$), aktivitas enzim protease ($6,13 \pm 0,02$ U g protein⁻¹) dan lipase ($0,86 \pm 0,01$ U g protein⁻¹) serta kadar glikogen hati ($6,86 \pm 0,17$ mg g sampel⁻¹), namun efisiensi pakan ($88,75 \pm 2,54\%$), laju pertumbuhan harian ($4,25 \pm 0,07\%$) dan retensi protein ($47,19 \pm 0,77\%$) tertinggi terdapat pada penambahan glutamin 2%. Disimpulkan bahwa penambahan glutamin dosis 2-3% dalam pakan dapat meningkatkan kecernaan pakan dan kinerja pertumbuhan yuwana ikan gurami.

Kata penting: kecernaan, ikan gurami, glutamin, pertumbuhan

Abstract

This study aimed to evaluate glutamine supplementation at different doses in diet for increasing diet digestibility and growth performance of giant gourami juvenile. The study consisted of two stages which were diet digestibility test and growth test. Each test used a complete randomized design consisting of four treatments and four replications. Glutamine doses, i.e. 0, 1, 2, and 3% were mixed into isoprotein and isoenergy test diet. *Chromium oxide* (Cr_2O_3) 0.6% was used as an indicator of digestibility. Giant gourami juvenile as a sample test with initial body weight 2.07 ± 0.00 g was reared in 50 cm x 40 cm x 35 cm aquaria with a density of 25 fish per aquaria. Fishes were given diet three times daily at 07:00 am, 12:00 am and 17:00 pm by *at satiation*. Diet digestibility test was conducted by collecting feces method which collected after the seventh day of feeding test. Growth test was conducted for 60 days and during maintenance with water change as much as 30% of the volume in the morning before feeding. The result showed that glutamine supplementation at 3% performed highly increase of digestibility of diet ($73.66 \pm 0.18\%$), energy ($64.79 \pm 0.22\%$), protein ($90.57 \pm 0.01\%$), lipid ($86.81 \pm 0.18\%$), and activities of protease (6.13 ± 0.02 U g protein⁻¹) and lipase (0.86 ± 0.01 U g protein⁻¹), and liver glycogen (6.86 ± 0.17 mg g sampel⁻¹) as well, but the highest feed efficiency ($88.75 \pm 2.54\%$), daily growth rate ($4.25 \pm 0.07\%$) and protein retention ($47.19 \pm 0.77\%$) at 2% glutamine was observed. The glutamine supplementation at 2-3% in diet for increasing diet digestibility and growth performance of giant gourami juvenile was recommended.

Keywords: digestibility, giant gourami, glutamine, growth performance

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: mahadivika@yahoo.co.id

Pendahuluan

Gurami, *Osphronemus goramy* adalah salah satu komoditas unggulan ikan air tawar yang memiliki nilai ekonomis tinggi dengan harga jual relatif stabil (DJPB 2017). Produksi ikan gurami Indonesia dari hasil budi daya merupakan yang paling tinggi dibandingkan dengan negara lainnya yaitu mencapai 97,24% produksi dunia tahun 2016 (FAO 2017). Peningkatan produksi ikan gurami berdampak langsung terhadap peningkatan permintaan yuwana, sehingga ketersediaan yuwana dengan kualitas baik diperlukan. Permasalahan yang dihadapi dalam budi daya yuwana ikan gurami adalah tingkat sintasan yang rendah (Indra *et al.* 2013) dan pertumbuhan yang lambat (Yandes *et al.* 2003). Pada sistem budi daya tradisional untuk mencapai yuwana ukuran 8-11 cm diperlukan pemeliharaan selama 170 hari (SNI 2000). Hal ini menjadi kendala dalam peningkatan produksi dan produktivitas yuwana ikan gurami secara nasional. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi yuwana ikan gurami yaitu dengan pemeliharaan secara intensif dan memacu pertumbuhan dengan menggunakan pakan berkualitas.

Salah satu pendekatan dalam perbaikan kualitas pakan yaitu dengan penambahan suplemen tertentu berupa vitamin, mineral, dan asam amino. Asam amino bebas berupa glutamin, glutamat, dan taurin merupakan tambahan pakan yang dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan ikan (Yan & Zhou 2006, Han *et al.* 2014, Zhao *et al.* 2015).

Glutamin memiliki hubungan metabolis dalam tubuh sehingga dapat meningkatkan metabolisme pada ikan (Coutinho *et al.* 2016). Glutamin dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah besar yang berperan dalam sintesis protein,

detoksifikasi amoniak, ekspresi gen, prekursor glutation, dan proses metabolisme yang terekspresikan antara lain pada organ pencernaan (Pohlenz *et al.* 2012). Penelitian terkait penambahan glutamin dalam pakan sudah pernah dilakukan pada ikan mas *Cyprinus carpio* (Yan & Zhou 2006, Hong *et al.* 2014), ikan lele *Ictalurus punctatus* (Pohlenz *et al.* 2012), ikan sea bream *Sparus aurata* (Solares *et al.* 2015, Coutinho *et al.* 2016), dan pada teripang *Apostichopus japonicus* (Yu *et al.* 2016). Data dan informasi penambahan glutamin dalam pakan yuwana ikan gurami belum tersedia sehingga penelitian perlu dilakukan.

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi penambahan glutamin dengan dosis berbeda dalam pakan untuk peningkatan pencernaan pakan dan kinerja pertumbuhan yuwana ikan gurami.

Bahan dan metode

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2017 sampai dengan Mei 2018 di Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan (BRPBATPP) Sempur, Bogor.

Rancangan penelitian

Penelitian ini terdiri atas dua tahap yaitu uji pencernaan dan uji pertumbuhan. Masing-masing uji menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri atas empat perlakuan dengan empat ulangan. Perlakuan ditentukan berdasarkan dosis glutamin yang berbeda yaitu 0, 1, 2, dan 3%.

Pembuatan pakan uji

Formula pakan uji menggunakan glutamin komersial (merk glutapure) dengan dosis berbeda sebagai perlakuan dan tapioka digunakan sebagai

pelengkap formula pakan menjadi 100% (Tabel 1). Bahan baku pakan terlebih dahulu dianalisis proksimat untuk mengetahui nutrisi yang terkandung didalamnya, selanjutnya bahan baku pakan ditimbang sesuai dengan formula pakan yang sudah ditentukan. Pakan uji dibuat isoprotein ($33,28 \pm 0,30\%$) dan isoenergi ($459,81 \pm 0,74$ kkal 100 g pakan⁻¹), kemudian dicetak menggunakan mesin pencetak pelet dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 40°C selama 24 jam. Pakan uji yang sudah berbentuk pelet dianalisis proksimat untuk memastikan kandungannya sesuai dengan formula pakan yang sudah

dibuat (Tabel 2), kemudian pakan uji disimpan dalam toples berlabel.

Wadah dan ikan uji

Wadah pemeliharaan ikan uji berupa akuarium berukuran 50 cm x 40 cm x 35 cm sebanyak enam belas akuarium. Akuarium disanitasi dengan cara dicuci, didesinfektan, dibilas, dan dikeringkan. Masing-masing akuarium dilengkapi aerator untuk menyuplai oksigen dan pemanas untuk menjaga suhu agar tetap stabil. Akuarium diisi air setinggi 30 cm (bervolume 60 L) menggunakan air sumur yang telah diendapkan dalam tandon selama dua hari. Akuarium untuk setiap perlakuan dan ulangan diberi label.

Tabel 1. Komposisi dan formula pakan uji

Bahan baku (% bobot kering)	Dosis glutamin			
	0% (kontrol)	1%	2%	3%
Tepung ikan	28,0	28,0	28,0	28,0
Bungkil kedelai	25,0	25,0	25,0	25,0
Tepung jagung	10,0	10,0	10,0	10,0
Polar	22,0	22,0	22,0	22,0
Minyak ikan	2,0	2,0	2,0	2,0
Minyak jagung	2,0	2,0	2,0	2,0
Tapioka	7,9	6,9	5,9	4,9
Vitamin & mineral	1,5	1,5	1,5	1,5
Choline chloride	0,5	0,5	0,5	0,5
Glutamin	0,0	1,0	2,0	3,0
Atraktan	0,5	0,5	0,5	0,5
Cr ₂ O ₃	0,6	0,6	0,6	0,6
Total	100	100	100	100

Tabel 2. Kandungan proksimat (% bobot kering)

Parameter	Penambahan glutamin dalam pakan			
	0%	1%	2%	3%
Protein kasar	33,23	33,01	33,70	33,18
Lemak kasar	6,64	6,55	6,62	6,64
Abu	8,59	8,59	8,50	8,62
Serat kasar	5,84	5,32	5,53	5,41
BETN	45,70	46,53	45,65	46,15
GE	459,82	459,01	460,79	459,62
C/P rasio	13,84	13,91	13,67	13,85

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

Ikan uji berupa yuwana ikan gurami dengan bobot awal $2,07 \pm 0,00$ g yang diperoleh dari Instalasi Penelitian dan Pengembangan Plasma Nutfah Perikanan Air tawar Cijeruk, Bogor. Yuwana ikan gurami sebanyak 1000 ekor diadaptasikan selama 21 hari dalam media pemeliharaan dan diberi pakan kontrol dengan frekuensi tiga kali sehari secara *at satiation*. Yuwana ikan gurami diseleksi dan ditimbang secara individu menggunakan timbangan digital dengan ketelitian dua desimal untuk memperoleh ukuran yang seragam, selanjutnya yuwana tersebut digunakan untuk uji pencernaan pakan dan uji pertumbuhan.

Uji pencernaan pakan

Yuwana ikan gurami yang telah diadaptasikan ditebar secara acak ke dalam akuarium dengan padat tebar 25 ekor per akuarium. Pakan uji diberikan pada yuwana ikan gurami secara *at satiation* pada pukul 07.00, 12.00 dan 17.00 selama 20 hari. Pengumpulan feses ikan dimulai pada hari ketujuh setelah ikan diberi pakan uji. Kromium oksida (Cr_2O_3) dalam pakan digunakan sebagai indikator pencernaan. Feses ikan diambil satu jam setelah pemberian pakan dengan cara penyiponan menggunakan selang sipon. Selanjutnya feses dimasukkan dalam botol film berlabel dan disimpan dalam lemari pendingin guna menjaga kesegarannya. Feses ikan yang sudah terkumpul selanjutnya dianalisis proksimat (AOAC 1999) dan dianalisis kecernaannya dengan indikator Cr_2O_3 (Takeuchi 1988).

Uji pertumbuhan

Yuwana ikan gurami yang telah diadaptasikan ditebar secara acak ke dalam akuarium dengan padat tebar 25 ekor per akuarium. Pakan

uji diberikan pada yuwana ikan gurami secara *at satiation* pada pukul 07.00, 12.00 dan 17.00 selama 60 hari. Penyiponan dan penggantian air dilakukan pada pagi hari sebelum pemberian pakan sebanyak 30% dari total volume media pemeliharaan. Pengukuran suhu air dilakukan setiap hari pada pagi dan malam hari, sedangkan oksigen terlarut, pH air, dan total amoniak nitrogen diukur dua kali selama pemeliharaan yaitu pada hari ke-0 dan ke-30. Pengukuran suhu dilakukan menggunakan termometer, oksigen terlarut menggunakan DO meter, pH air menggunakan pH meter, dan total amoniak nitrogen menggunakan metode spektrofotometri. Ikan yang mati selama pemeliharaan dihitung dan ditimbang kemudian dicatat. Jumlah konsumsi pakan harian selama pemeliharaan dihitung dengan cara menimbang bobot pakan sebelum dan setelah pakan diberikan.

Pada akhir pemeliharaan, jumlah ikan dihitung dan ditimbang secara individu, kemudian pada setiap akuarium diambil satu ekor ikan secara acak selanjutnya ditimbang dan diambil organ hatinya dengan cara pembedahan. Bobot hati ikan ditimbang sebagai subjek pengukuran indeks hepatosomatik (Pohlenz *et al.* 2012), dilanjutkan dengan analisis glikogen hati mengacu pada metode Wedemeyer dan Yasutake (1977) serta analisis proksimat hati ikan untuk mengetahui kadar air dan lemak hati. Tubuh ikan dianalisis proksimat sebagai subjek pengukuran retensi protein dan lemak (Guo *et al.* 2012). Analisis aktivitas enzim pencernaan dilakukan pada akhir penelitian. Ikan diambil secara acak sebanyak satu ekor dari setiap akuarium kemudian dilakukan pembedahan dan diambil organ ususnya.

Parameter penelitian

Analisis proksimat dilakukan pada bahan baku, pakan uji, feses, tubuh ikan awal dan tubuh ikan akhir serta hati yuwana ikan gurami. Analisis proksimat terdiri atas kadar air, protein, lemak, serat kasar, abu dan BETN (AOAC 1999). Analisis kandungan Cr_2O_3 dalam pakan dan feses dilakukan berdasarkan Takeuchi (1988) dan dihitung menggunakan rumus:

$$KT = 100 \times (1 - b/b')$$

$$KE/KP = 100 \times [1 - (a'/a \times b/b')]$$

Keterangan: KT= pencernaan total (%), KE= pencernaan energi (%), KP= pencernaan protein (%), a= kadar karbohidrat/protein dalam pakan (% bobot kering), a'= kadar karbohidrat/protein dalam feses (% bobot kering), b= kadar indikator Cr_2O_3 dalam pakan (% bobot kering), b'= kadar indikator Cr_2O_3 dalam feses (% bobot kering)

Analisis aktivitas enzim pencernaan terdiri atas protease mengikuti metode Bergemeyer *et al.* (1983), amilase sesuai dengan metode Worthington (1993) dan lipase sesuai dengan metode Borlongan (1990). Konsentrasi protein terlarut dalam sampel ditentukan dengan metode Bradford (1976).

Indeks hepatosomatik diukur dengan menimbang bobot hati dibandingkan dengan bobot tubuh ikan uji. Penimbangan dilakukan dalam keadaan bobot basah. Indeks hepatosomatik (IHS) dihitung berdasarkan persamaan yang dikemukakan Pohlenz *et al.* (2012).

$$= \frac{b}{b} \frac{a}{b} \frac{a}{ka} \frac{(\quad)}{(\quad)} x$$

Nilai retensi protein dihitung melalui hasil analisis proksimat protein tubuh ikan uji pada awal dan akhir pemeliharaan. Rumus perhitungan berdasarkan persamaan Guo *et al.* (2012).

$$= \frac{\quad}{\quad} x$$

Keterangan: Pt= jumlah protein tubuh ikan pada akhir pemeliharaan (g), Po= jumlah protein tubuh ikan pada awal pemeliharaan (g), Pp= jumlah protein pakan yang dikonsumsi ikan (g)

Nilai retensi lemak dihitung melalui hasil analisis proksimat lemak tubuh ikan uji pada awal dan akhir pemeliharaan. Rumus perhitungan berdasarkan persamaan Guo *et al.* (2012).

$$ak = \frac{\quad}{\quad} x$$

Keterangan: Lt= jumlah lemak tubuh ikan pada akhir pemeliharaan (g), Lo= jumlah lemak tubuh ikan pada awal pemeliharaan (g), LI= jumlah lemak pakan yang dikonsumsi ikan (g)

Jumlah konsumsi pakan dihitung dengan cara menimbang jumlah pakan yang dikonsumsi ikan setiap harinya selama masa pemeliharaan.

Laju pertumbuhan harian ikan dihitung berdasarkan persamaan yang dikemukakan oleh Yu *et al.* (2015).

$$a \quad b \quad a \quad a \quad a = \frac{(\quad - \quad)}{\quad} x$$

Keterangan: Wt= bobot ikan pada akhir pemeliharaan (g), Wo= bobot ikan pada awal pemeliharaan (g), t= lama pemeliharaan

Efisiensi pakan dihitung dengan menggunakan persamaan Pohlenz *et al.* (2012).

$$aka = \frac{(\quad) - \quad}{\quad} x$$

Keterangan: Wt= bobot rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (g), Wo= bobot ikan pada awal pemeliharaan (g), Wd= bobot ikan yang mati selama masa pemeliharaan (g), F= jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan (g)

Sintasan dihitung dengan menggunakan rumus Han *et al.* (2014).

$$a \quad a = \frac{\quad}{\quad} x$$

Keterangan: Nt= jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor), No= jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

Analisis statistik

Parameter penelitian dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) dan bila terdapat pengaruh perlakuan dilakukan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* pada taraf kepercayaan

95%. Uji statistik menggunakan perangkat lunak SPSS versi 22.

Hasil

Tabel 3 menunjukkan nilai pencernaan pakan yang terdiri atas pencernaan total, pencernaan energi dan pencernaan protein yuwana ikan gurami pada berbagai penambahan glutamin dalam pakan selama penelitian. Nilai pencernaan pakan tertinggi secara nyata dicapai pada perlakuan 3% ($P < 0,05$). Nilai pencernaan protein terendah terdapat pada perlakuan 1% dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol ($P > 0,05$).

Aktivitas enzim pencernaan terdiri atas enzim protease, amilase dan lipase (Tabel 4). Aktivitas enzim protease dan lipase tertinggi terdapat pada perlakuan 3% dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($P < 0,05$). Aktivitas enzim lipase terendah terdapat pada perlakuan 1% dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan

kontrol ($P > 0,05$). Aktivitas enzim amilase menunjukkan tidak berbeda nyata antarperlakuan ($P > 0,05$).

Kadar glikogen hati tertinggi terdapat pada perlakuan 3% dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($P < 0,05$), sedangkan kadar lemak hati dan nilai indeks hepatosomatik menunjukkan tidak berbeda nyata antar perlakuan ($P > 0,05$), namun berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol ($P < 0,05$; Tabel 5).

Tabel 6 menunjukkan kinerja pertumbuhan yuwana ikan gurami yang diberi pakan uji selama 60 hari. Bobot ikan akhir dan laju pertumbuhan harian antarperlakuan menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$), namun berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Jumlah konsumsi pakan pada perlakuan 3% menunjukkan tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1% dan 2% ($P > 0,05$), namun berbeda nyata

Tabel 3. Nilai pencernaan pakan yuwana ikan gurami pada berbagai penambahan glutamin

Parameter (%)	Penambahan glutamin dalam pakan			
	0%	1%	2%	3%
Kecernaan total	68,55±0,38 ^a	69,54±0,27 ^b	71,13±0,21 ^c	73,66±0,18 ^d
Kecernaan energi	56,26±0,55 ^a	58,34±0,12 ^b	60,66±0,18 ^c	64,79±0,22 ^d
Kecernaan protein	89,54±0,19 ^a	89,33±0,16 ^a	89,98±0,10 ^b	90,57±0,01 ^c

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

Tabel 4. Aktivitas enzim pencernaan yuwana ikan gurami pada berbagai penambahan glutamin

Parameter (U g protein ⁻¹)	Penambahan glutamin dalam pakan			
	0% (kontrol)	1%	2%	3%
Protease	2,74±0,06 ^a	4,62±0,16 ^b	5,38±0,06 ^c	6,13±0,02 ^d
Amilase	0,50±0,04 ^a	0,49±0,01 ^a	0,51±0,01 ^a	0,50±0,01 ^a
Lipase	0,52±0,04 ^a	0,51±0,03 ^a	0,61±0,02 ^b	0,86±0,01 ^c

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

Tabel 5. Glikogen hati, lemak hati, dan indeks hepatosomatik yuwana ikan gurami pada berbagai penambahan glutamin

Parameter	Penambahan glutamin dalam pakan			
	0% (kontrol)	1%	2%	3%
Glikogen (mg g sampel ⁻¹)	1,69±0,06 ^a	3,32±0,08 ^b	5,28±0,04 ^c	6,86±0,17 ^d
Lemak hati (%)	2,19±0,01 ^a	2,85±0,06 ^b	2,93±0,15 ^b	2,97±0,12 ^b
Indeks hepatosomatik (%)	0,86±0,08 ^a	1,16±0,06 ^b	1,20±0,07 ^b	1,29±0,05 ^b

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

Tabel 6. Kinerja pertumbuhan yuwana ikan gurami yang diberi pakan uji selama 60 hari

Parameter	Penambahan glutamin dalam pakan			
	0% (kontrol)	1%	2%	3%
Wt (g individu ⁻¹)	13,28±0,43 ^a	25,44±2,23 ^b	26,59±1,23 ^b	27,51±1,02 ^b
JKP (g individu ⁻¹)	20,66±1,48 ^a	30,53±2,24 ^c	28,08±0,89 ^b	29,75±0,59 ^{bc}
LPH (%)	3,10±0,05 ^a	4,17±0,15 ^b	4,25±0,07 ^b	4,30±0,06 ^b
EP (%)	59,61±5,02 ^a	72,54±3,86 ^b	88,75±2,54 ^c	87,02±2,17 ^c
RP (%)	29,11±2,45 ^a	40,67±4,05 ^b	47,19±0,77 ^c	47,76±0,98 ^c
RL (%)	48,58±4,02 ^a	71,76±6,99 ^b	87,59±1,30 ^c	94,75±1,83 ^d
SR (%)	88,00±5,66 ^a	87,00±6,00 ^a	94,00±4,00 ^a	93,00±2,00 ^a

Keterangan: huruf tika atas di belakang nilai simpangan baku yang berbeda pada setiap baris menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($P<0,05$). Wt: bobot ikan akhir, JKP: jumlah konsumsi pakan, LPH: laju pertumbuhan harian, EP: efisiensi pakan, RP: retensi protein, RL: retensi lemak, SR: sintasan.

dibandingkan dengan kontrol. Nilai efisiensi pakan dan retensi protein antara perlakuan 2% dan 3% menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$), namun berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan 1% dan kontrol. Nilai retensi lemak tertinggi terdapat pada perlakuan 3% dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($P<0,05$). Tingkat sintasan menunjukkan tidak berbeda nyata antar perlakuan ($P>0,05$).

Parameter kualitas air selama pemeliharaan berada dalam kisaran yang layak untuk pertumbuhan dan sintasan yuwana ikan gurami yaitu suhu berkisar 28-31°C, oksigen terlarut 5,2-6,6 mg L⁻¹, pH 6,77-7,30 dan total amoniak nitrogen 0,03-0,39 mg L⁻¹.

Pembahasan

Penambahan glutamin dalam pakan menyebabkan peningkatan nafsu makan ikan yang ditunjukkan dengan peningkatan jumlah kon-

sumsi pakan (Tabel 6). Peningkatan nafsu makan ikan ini disebabkan oleh peran glutamin yang bertindak sebagai molekul pemberi sinyal yang mengatur nafsu makan (Coutinho *et al.* 2016). Selain itu, jumlah konsumsi pakan juga dipengaruhi oleh palatabilitas pakan. Palatabilitas pakan akan memengaruhi respons pencarian, pengambilan, dan penelanan pakan oleh ikan yang berhu-bungan dengan kandungan nutrisi terutama beberapa asam amino bebas seperti glisin, taurin, glutamat, dan glutamin (Han *et al.* 2014). Jumlah pakan yang dikonsumsi akan menentukan seberapa banyak nutrisi yang dapat diserap oleh ikan.

Nilai pencernaan pakan menunjukkan komposisi nutrisi yang dapat diserap dan digunakan untuk pertumbuhan serta hasil metabolisme yang dibuang (Zhou *et al.* 2004). Nilai pencernaan total tertinggi terdapat pada perlakuan 3% yaitu sebesar 73,66% ($P<0,05$;

Tabel 3) yang artinya yuwa-na ikan gurami dapat mencerna 73,66% pakan yang diberikan, sedangkan nilai pencernaan energi menunjukkan jumlah karbohidrat, lemak, dan protein pakan yang dapat dicerna oleh ikan. Perlakuan 3% juga menghasilkan nilai pencernaan protein tertinggi sebesar 90,57% ($P < 0,05$). Semakin tinggi pencernaan protein, maka semakin besar protein yang dapat dimanfaatkan oleh ikan untuk pertumbuhan.

Kecernaan pakan dipengaruhi oleh keberadaan enzim dan tingkat aktivitas enzim pencernaan dalam saluran pencernaan ikan (Liao *et al.* 2015). Aktivitas enzim protease dan lipase pada perlakuan 3% mengalami peningkatan masing-masing sebesar 124% dan 65% dibandingkan perlakuan kontrol ($P < 0,05$), sedangkan aktivitas enzim amilase menunjukkan tidak berbeda nyata antarperlakuan ($P > 0,05$; Tabel 4). Meningkatnya aktivitas enzim protease pada perlakuan 3% sejalan dengan tingginya nilai pencernaan protein pada perlakuan tersebut. Peningkatan pencernaan protein dan aktivitas enzim protease ini diduga disebabkan oleh penambahan glutamin dalam pakan. Hal ini dikarenakan glutamin sebagai asam amino yang merupakan derivat dari protein (Campbell & Anderson 1991) dan enzim protease merupakan enzim yang berperan dalam pencernaan protein (Handajani & Widodo 2010).

Nutrien yang telah dicerna dan diserap kemudian akan dialirkan oleh pembuluh darah menuju hati dan digunakan untuk proses metabolisme. Hati berperan penting dalam metabolisme karbohidrat dan lemak (Arifin 2015). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan glikogen hati akan diikuti dengan meningkatnya volume hati (Tabel 5). Glikogen hati dan indeks hepato-somatik pada perlakuan 3% me-

ningkat secara nyata masing-masing 306% dan 50% dibandingkan perlakuan kontrol ($P < 0,05$; Tabel 5). Hal ini diduga adanya kelebihan glukosa darah setelah kebutuhan energi metabolisme terpenuhi yang segera dikonversi menjadi glikogen dan selanjutnya disimpan dalam hati. Nilai indeks hepatosomatik yang tinggi menunjukkan penyerapan dan metabolisme protein, lemak dan karbohidrat lebih optimal sehingga jumlah nutrisi yang diserap menyebabkan jumlah nutrisi yang terakumulasi pada hati meningkat. Menurut Handajani & Widodo (2010) glukosa darah yang tinggi akan disimpan dalam bentuk glikogen melalui glikogenesis, sedangkan jika nilai glukosa darah rendah maka glikogen akan dirombak kembali menjadi glukosa melalui proses glukoneogenesis. Glukosa sebagai sumber energi yang penting bagi tubuh, juga dapat dibentuk dari senyawa non karbohidrat dengan substrat utamanya antara lain asam amino, gliserol, laktat dan piruvat. Menurut Yan & Zhou (2006), glutamin merupakan salah satu substrat glukosa dari senyawa non karbohidrat yang paling efisien karena dapat digunakan sebagai energi. Jumlah adenosin trifosfat (ATP) yang dihasilkan dari glutamin sebanyak 30 mol ATP, jumlah ini setara dengan 36 mol ATP yang dihasilkan dari glukosa.

Banyaknya pakan yang dikonsumsi, dicerna, diserap dan dimanfaatkan oleh ikan akan meningkatkan nilai retensi. Nilai retensi protein dan lemak meningkat seiring dengan meningkatnya dosis glutamin dalam pakan (Tabel 6). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan glutamin dalam pakan berpengaruh terhadap protein dan lemak tubuh ikan yang berdampak pada peningkatan nilai retensi protein dan retensi lemak. Nilai retensi protein pada perlakuan 2-3% yaitu sebesar 47,19-47,76% ($P < 0,05$; Tabel

6). Nilai retensi protein dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu: kandungan protein pakan, keseimbangan asam amino dan rasio energi pakan (Pohlenz *et al.* 2012). Retensi lemak yuwana ikan gurami pada perlakuan 3% memiliki nilai tertinggi yaitu $94,75 \pm 1,83\%$ artinya jumlah lemak yang dikonversi menjadi bagian dari tubuh ikan melebihi asupan lemak dari pakan. Hal ini diduga terjadi karena kelebihan glukosa dikonversi menjadi cadangan lemak melalui proses lipogenesis yang disimpan pada jaringan tubuh. Budi (2014) mengungkapkan bahwa asam lemak dapat disintesis dari glukosa yang merupakan derivat dari karbohidrat jika asupan glukosa berlebih.

Nilai retensi akan berpengaruh terhadap bobot ikan, yang berkaitan dengan laju pertumbuhan dan efisiensi pakan. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan glutamin dalam pakan dapat meningkatkan bobot ikan dan laju pertumbuhan harian seiring dengan meningkatnya dosis glutamin dalam pakan (Tabel 6). Penambahan glutamin dosis 1-3% dalam pakan yuwana ikan gurami menghasilkan laju pertumbuhan harian sebesar 4,17-4,30% lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol (3,10%). Hal ini sesuai dengan penelitian Pohlenz *et al.* (2012) yang melaporkan bahwa penambahan glutamin 1-3% dalam pakan ikan lele dapat meningkatkan laju pertumbuhan harian sebesar 1,31-1,43% lebih tinggi dibandingkan kontrol (1,28%). Hong *et al.* (2014) melaporkan juga bahwa penambahan glutamin 0,5-1,5% dalam pakan ikan mas meningkatkan laju pertumbuhan harian sebesar 1,66-1,75%. Coutinho *et al.* (2016) melaporkan bahwa penambahan glutamin 0,5-2,0% dalam pakan ikan sea bream dapat meningkatkan laju pertumbuhan harian sebesar 2,50-2,60%. Menurut Green *et al.* (2002), asam amino bebas yang

melimpah untuk dikonsumsi ikan memberikan peluang terhadap asam amino esensial dalam tubuh untuk pembentukan jaringan sehingga tidak dikatabolis menjadi energi dalam tubuh.

Glutamin berperan sebagai sumber energi dan di dalam tubuh glutamin dikonversi menjadi glutamat, kemudian diubah menjadi alpha-keto-glutarat yang digunakan dalam siklus Krebs untuk menghasilkan energi ATP (Campbell & Anderson 1991). Nilai efisiensi pakan menunjukkan perbandingan antara nilai pertumbuhan dan jumlah konsumsi pakan dalam satuan persen. Nilai efisiensi pakan tertinggi terdapat pada perlakuan 2%, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan 3% ($P > 0,05$; Tabel 6). Meningkatnya nilai efisiensi pakan berkaitan dengan jumlah pakan yang dikonsumsi dan jumlah nutrisi pakan yang dapat disimpan dalam tubuh oleh ikan. Semakin tinggi nutrisi pakan yang dapat disimpan dalam tubuh ikan, maka akan meningkatkan nilai laju pertumbuhan harian dan efisiensi pakan. Nilai sintasan antarperlakuan menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$; Tabel 6). Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan glutamin dalam pakan tidak memengaruhi sintasan yuwana ikan gurami. Hal ini sejalan dengan penelitian Pohlenz *et al.* (2012) yang mengungkapkan bahwa penambahan glutamin 1-3% dalam pakan tidak berpengaruh nyata terhadap sintasan ikan lele. Begitu juga pada ikan sea bream, penambahan glutamin 0,5-2,0% dalam pakan menunjukkan tidak berbeda nyata (Coutinho *et al.* 2016).

Simpulan

Penambahan glutamin dosis 2-3% dalam pakan meningkatkan pencernaan pakan dan kinerja pertumbuhan yuwana ikan gurami.

Daftar pustaka

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 1999. Official methods of analysis of AOAC intl. 16th ed. Maryland (US): Association of Official Analytical Chemists.
- Arifin PP. 2015. Evaluasi pemberian ekstrak kunyit *Curcuma longa* Linn. pada pakan terhadap enzim pencernaan dan kinerja pertumbuhan ikan gurami *Osphronemus goramy*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor, 39 hlm.
- Bergmeyer HU, Grossl M, Walter HE. 1983. Samples, reagents, assessment of results Vol. 2, In: HU Bergmeyer (ed). Methods in enzymatic analysis 3rd edition. Academic Press, The University of Michigan. 539 p.
- Borlongan IG. 1990. Studies on the digestive lipases of milkfish *Chanos chanos*. *Aquaculture*, 89(3-4): 315-325.
- Bradford MM. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72(1-2): 248-254.
- Budi DS. 2014. Respons pertumbuhan benih ikan gurami *Osphronemus goramy* yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda dan diperkaya hormon pertumbuhan rekombinan. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor, 39 hlm.
- Campbell JW, Anderson PM. 1991. Evolution of mitochondrial enzyme systems in fish: the mitochondrial synthesis of glutamine and citrullin Vol. 1, In: Hochachka PW and Mommsen TP (ed). *Biochemistry and Molecular Biology of fishes*. Elsevier Science Publishers BV. Academic Publishing Division, Amsterdam. pp. 43-76.
- Coutinho F, Castro C, Palomares ER, Grande BO, Gallardo MA, Teles AO, Peres H. 2016. Dietary glutamine supplementation effect on amino acid metabolism, intestinal nutrient absorption capacity and antioxidant response of gilthead sea bream *Sparatus aurata* juveniles. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 191: 9-17.
- [DJPB] Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2017. *Statistik Perikanan Budidaya Indonesia*. Jakarta.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2017. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Branch. [Internet]. [diunduh 2017 Mei 04]. Tersedia pada http://www.fao.org/figis/servlet/SQServlet?file=/work/FIGIS/prod/webapps/figis/temp/hqp_739784691438065296.xml&outtype=html.
- Guo Z, Zhu XM, Liu JS, Han D, Yang YX, Lan Z, Xie S. 2012. Effects of dietary protein level on growth performance, nitrogen and energy budget of juvenile hybrid sturgeon (*Acipenser baerii* ♀ x *A. Gueldenstaedtii* ♂). *Aquaculture*, 338-341: 89-95.
- Green JA, Hardy RW, Brannon EL. 2002. The optimum dietary essential: non essential amino acid ratio for rainbow trout *Oncorhynchus mukiss* which maximizes nitrogen retention and minimizes nitrogen excretion. *Fish Physiology and Biochemistry*, 27(1-2): 109-115.
- Handajani H, Widodo W. 2010. Nutrisi ikan. UMM Press. Malang . 271 hlm.
- Han Y, Koshio S, Jiang Z, Ren T, Ishikawa M, Yokoyama S, Gao J. 2014. Interactive effects of dietary taurine and glutamine on growth performance, blood parameters and oxidative status of japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 434: 348-354.
- Hong X, ing Z, An WC, Gang ZZ, Ling L, Sheng WL, Nan LJ, You XQ. 2014. Effect of dietary Alanine-glutamine supplementation on growth performance, development of intestinal tract, antioxidant status and plasma non-specific immunity of young mirror carp *Cyprinus carpio* L. *Journal of Northeast Agricultural University (English Edition)*, 21(4): 37-46.
- Indra TR, Iriana D, Herawati T. 2013. Pengaruh pemberian pakan alami *Tubifex* sp, *Chironomus* sp, *Moina* sp dan *Daphnia* sp terhadap pertumbuhan benih ikan gurami padang *Osphronemus goramy*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 4(3): 283-290.
- Liao M, Ren T, He L, Han Y, Jiang Z. 2015. Optimum dietary proportion of soybean meal with fish meal and its effects on growth, digestibility and digestive enzyme activity of juvenile sea cucumber

- Apostichopus japonicus*. *Fisheries Science*, 81(5): 915-922.
- Pohlenz C, Buentello A, Bakke AM, Gatlin DM. 2012. Free dietary glutamine improves intestinal morphology and increases enterocyte migration rates, but has limited effects on plasma amino acid profile and growth performance of channel cat fish *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture*, 370-371: 32-39.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2000. Produksi benih ikan gurami *Osphronemus goramy* kelas benih sebar. SNI 01-6485.3-2000. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta. 7 hlm.
- Solares AC, Viegas I, Salgado MC, Siles AM, Saez A, Meton I, Baanante IV, Fernandez F. 2015. Diets supplemented with glutamate or glutamine improve protein retention and modulate gene expression of key enzymes of hepatic metabolism in gilthead seabream *Supratus aurata* juveniles. *Aquaculture*, 444: 79-87.
- Takeuchi T. 1988. Laboratory Work Chemical Evalution of Dietary Nutrients, In: Watanabe T (ed). *Fish Nutrition and Mariculture*. Department of Aquatic Bioscience, Tokyo University of Fisheries. pp. 179-225.
- Watanabe T. 1998. *Fish nutrition and mariculture*. Department of aquatic Bioscience. Tokyo University of Fisheries. JICA. 233 p
- Wedemeyer GA, Yasutake WT. 1977. Clinical method for the assessment of the effect of environmental stress on fish health. Technical Paper US Fish Wildlife Service. Washington DC. 89 p.
- Worthington V. 1993. *Worthington enzyme manual*. Enzymes and related biochemicals worthington chemical. New Jersey, US. 399 p.
- Yandes Z, Affandi R, Mokoginta I. 2003. Pengeruh pemberian selulosa dalam pakan terhadap kondisi biologis benih ikan gurami *Osphronemus goramy*. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 3(1): 27-33.
- Yan L, Zhou X. 2006. Dietary glutamine supplementation improve structure and function of intestine of juvenile jian carp *Cyprinus carpio*. *Aquaculture*, 256: 389-394.
- Yu H, Gao Q, Dong S, Lan Y, Ye Z, Wen B. 2016. Regulation of dietary glutamine on the growth, intestinal function, immunity and antioxidant capacity of sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka). *Fish and Shellfish Immunology*, 50: 56-65.
- Zhao Y, Hu Y, Zho XQ, Zeng XY, Feng L, Liu Y, Jiang WD, Li SH, Li DB, Wu WQ, Wu CM, Jiang J. 2015. Effects of dietary glutamate supplementation on growth performance, digestive enzyme activities and antioxidant capacity in intestine of grass carp *Ctenopharyngodon idella*. *Aquaculture Nutrition*, 21(6): 935-941.
- Zhou QC, Tan BP, Mai KS, Liu YJ. 2004. Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, 241: 441-451.

Biologi reproduksi ikan lais *Ompok miostoma* (Vaillant 1902) di Sungai Mahakam Kalimantan Timur

[Reproductive biology of silurid catfishes *Ompok miostoma* (Vaillant 1902)
in Mahakam River East Kalimantan]

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

¹Program Studi Biologi FMIPA Universitas Mulawarman Samarinda, Jln. Barong Tongkok no 4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75123, Kalimantan Timur, Indonesia. Surel:

²Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia.

³Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia.

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

Diterima: 15 Agustus 2018; Disetujui: 27 November 2018

Abstrak

Biologi reproduksi ikan lais *O. miostoma* (Vaillant 1902) sebagai salah satu spesies endemik di Sungai Mahakam Kalimantan Timur belum pernah diketahui. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis aspek reproduksi ikan lais berkaitan dengan perubahan musim yang mencakup nisbah kelamin, musim pemijahan, lokasi pemijahan, ukuran kali pertama matang gonad, indeks kematangan gonad dan fekunditas. Total ikan contoh 1214 ekor telah dikumpulkan setiap bulan mulai dari bulan November 2013 sampai Oktober 2014 di empat lokasi perairan Sungai Mahakam, menggunakan berbagai alat tangkap. Hasil penelitian menunjukkan ukuran panjang total ikan berkisar dari 132,19 - 227,30 mm dan bobot berkisar dari 20,00 - 70,40 gram. Nisbah kelamin seluruh ikan jantan dan betina yang diamati 1 : 1,56, sedangkan pada tahap kematangan gonad 1:1,77. Musim pemijahan terjadi mulai dari bulan November sampai Januari dan puncak pemijahan pada bulan Desember. Lokasi pemijahan tertinggi ditemukan di rawa banjir Danau Semayang. Ukuran ikan pertama matang gonad pada jantan berkisar dari 191,05 - 202,60 mm dan betina berkisar dari 179,56 - 198,50 mm. Rata-rata indeks kematangan gonad (IKG) tertinggi ditemukan pada jantan dan betina berturut turut 0,32 dan 2,07 selama musim pemijahan pada bulan November dan menurun hingga terendah pada bulan Februari. Fekunditas total berkisar dari 2.648 - 12.495 butir telur per individu. Ada korelasi positif antara fekunditas dengan panjang total dan bobot ikan.

Kata penting: fekunditas, lokasi pemijahan, musim pemijahan, *Ompok miostoma*, ukuran pertama matang gonad

Abstract

Reproductive biology of silurid catfish *O. miostoma* (Vaillant 1902) as one of endemic species in Mahakam River East Kalimantan is not yet known. This study aimed to analysis reproductive aspect related to changing seasons, including sex-ratio, spawning season, spawning location, length at first gonad maturity, gonado-somatic index, and fecundity. A total of 1214 fish samples was collected using many fishing gears monthly from November 2013 to October 2014 at four locations in the Mahakam River. The results showed that the total length of fish ranged from 132.19 to 227.30 mm and body weight ranged from 20.00 to 70.40 g. Sex ratio of male and female for all samples was 1 : 1.56, while at gonad maturity stage was 1 : 1.77. The spawning times were recorded from November to January with the peak spawning was occurring in December. The highest spawning location was found in the floodplain of Semayang Lake. The length at first gonad maturity of male ranged from 191.05 to 202.60 mm, while for female was ranged from 179.56 to 198.50. The highest average of gonado-somatic index (GSI) values for male and female were 0.32 and 2.07 respectively in November and the GSI value was declining to minimum in February. The total fecundity and egg diameter ranged from 2648 to 12495 eggs Ind⁻¹ and 0.61 to 1.30 mm respectively. There was a positive correlation between fecundity and total length and weight of fish.

Keywords: fecundity, length at first sexual maturity, *Ompok miostoma*, spawning season, spawning location

Pendahuluan

Ompok miostoma (Vaillant 1902) merupakan spesies ikan air tawar bersungut anggota

famili Siluridae yang termasuk salah satu jenis ikan endemik Sungai Mahakam Kalimantan Timur (Kottelat 2013). Ikan ini sebelumnya diidentifikasi sebagai *Ompok bimaculatus*

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

(Bloch 1794) oleh Christensen (1992) dan Kottelat (1994). Habitatnya dapat ditemukan di sepanjang aliran Sungai Mahakam terutama di kawasan hulu dan tengah termasuk danau, rawa dan anak sungainya.

Spesies *Ompok miostoma* oleh masyarakat lokal di sepanjang aliran Sungai Mahakam dikenal dengan nama ikan lais lepok, merupakan salah satu jenis ikan konsumsi bernilai ekonomis dan tergolong jenis ikan paling dominan ditangkap oleh nelayan. Upaya penangkapan ikan yang tidak selektif terhadap ukuran yang dilakukan oleh para nelayan di perairan Sungai Mahakam dan kerusakan lingkungan dikhawatirkan akan menurunkan populasi ikan lais di masa datang, sementara di sisi lain informasi penting dan mendasar seperti aspek biologinya di alam belum banyak diketahui (Ng 2003).

Penelitian tentang daur biologis reproduksi spesies ikan lais di Indonesia telah dilaporkan pada spesies *O. hypophthalmus* di Sungai Kampar Riau dan Sungai Rungan Kalimantan Tengah (Sjafei *et al.* 2008, Elvyra *et al.* 2009, Minggawati *et al.* 2015), sedangkan penelitian pada spesies *O. miostoma* (Vaillant 1902) di Sungai Mahakam Kalimantan Timur masih sebatas pada perkembangan gonad dan tipe pemijahan (Jusmaldi *et al.* 2017). Penelitian biologi reproduksi pada genus *Ompok* di luar perairan Indonesia telah dilaporkan pada tiga spesies yaitu: *O. pabda*, *O. bimaculatus* dan *O. Malabaricus* di perairan India (Banik *et al.* 2012, Arthi *et al.* 2013, Mishra *et al.* 2013, Gupta *et al.* 2014, Malla & Banik 2015). Hasil penelitian biologi reproduksi pada spesies *O. pabda*, *O. Bimaculatus*, *O. malabaricus* *O. hypophthalmus*, dan *O. miostoma* yang dilaporkan berbeda-beda di antara spesies, seperti: nisbah kelamin, daur reproduksi, fekunditas, morfologis gonad, musim

pemijahan, diameter telur, dan ukuran ikan kali pertama matang gonad.

Tiap spesies ikan memiliki strategi yang berbeda dalam mempertahankan kelangsungan hidupnya, bahkan ikan dalam spesies yang sama juga memiliki strategi yang berbeda bila berada pada kondisi lingkungan dan letak geografis yang berbeda. Informasi tentang daur reproduksi ikan dan faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhinya merupakan hal yang penting dalam biologi perikanan (Tomkiewicz *et al.* 2003).

Beberapa informasi penting akan diperoleh dengan mempelajari aspek reproduksi ikan diantaranya adalah perkembangan gonad, ukuran ikan kali pertama matang gonad, waktu pemijahan, tipe pemijahan, dan fekunditas yang berhubungan dengan rekrutmen. Ikan lais merupakan ikan ekonomis penting dan tangkapan utama nelayan. Ikan ini termasuk spesies endemik yang informasi biologi reproduksinya di alam belum banyak diketahui. Oleh karena itu sangat perlu dilakukan penelitian untuk mengungkap aspek biologi reproduksinya.

Tujuan penelitian ini untuk menganalisis aspek reproduksi ikan lais yang berkaitan dengan perubahan musim yang mencakup nisbah kelamin, musim pemijahan, lokasi pemijahan, ukuran ikan kali pertama matang gonad, indeks kematangan gonad, dan fekunditas. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar upaya konservasi sumber daya ikan lais di Sungai Mahakam pada masa datang agar tetap lestari.

Bahan dan metode

Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan November 2013 - Oktober 2014 di perairan Sungai Mahakam (Gambar 1). Analisis biologi reproduksi ikan dilakukan di Laboratorium

Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman Samarinda.

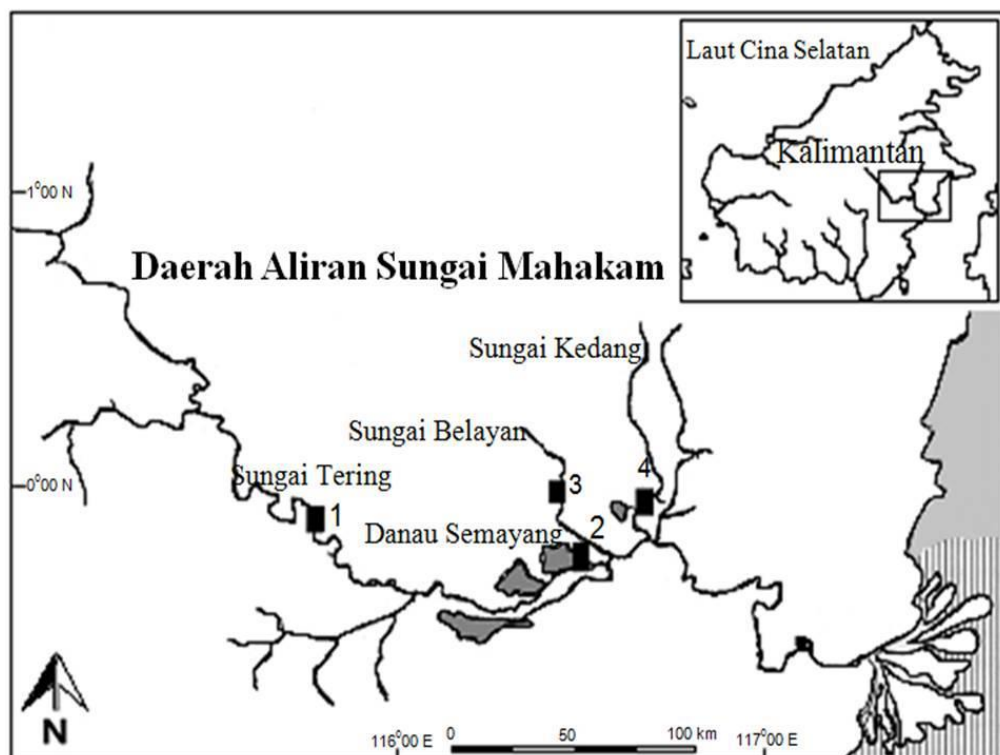
Pengumpulan dan pengawetan ikan

Pengumpulan contoh ikan di masing-masing lokasi dilakukan di perairan sungai, danau dan rawa banjirannya. Penangkapan ikan dilakukan setiap bulan di masing-masing lokasi dengan menggunakan beberapa alat tangkap seperti: jaring insang eksperimental, alat perangkap (bubu), dan mata kail merk Vfox Chinu Plus nomor 2. Jaring insang eksperimental berukuran mata jaring 1; 1,5; 2; 2,5 dan 3 inci dengan panjang 20 m dan tinggi 2 m dipasang selama tiga hari dan diperiksa setiap dua jam sekali. Alat perangkap bambu (bubu) sebanyak 10 buah dipasang selama dua hari dua malam.

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

Analisis laboratorium

Ikan lais (Gambar 2) yang telah ditangkap dari masing-masing lokasi diukur panjang total dan ditimbang bobot tubuhnya. Pengukuran panjang total ikan dilakukan dari ujung rahang terdepan sampai dengan ujung sirip ekor paling belakang. Pengukuran panjang total menggunakan kaliper digital berketelitian 0,01 mm. Penimbangan bobot tubuh ikan menggunakan timbangan digital berketelitian 0,01 gram.



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



Gambar 2. Ikan lais *Ompok miostoma* (Vaillant, 1902)

Tabel 1. Karakteristik morfologis tingkat kematangan gonad (TKG) ikan lais jantan dan betina (Jusmaldi *et al.* 2017)

TKG	Jantan	Betina
I	Testis terbagi dua, berbentuk lembaran dengan pinggiran berigi pendek, ukuran relatif kecil, panjang mencapai 1/8 rongga perut. Testis berwarna putih susu kemerahan, terletak di bagian posterior rongga perut di bawah ginjal.	Ovarium sepasang, berbentuk oval, ukuran relatif kecil, terletak di bagian posterior rongga perut. Butir telur dalam ovarium tidak terlihat dengan mata, berwarna putih kemerahan dan permukaan ovarium licin.
II	Ukuran testis lebih besar dan bentuk gerigi lebih jelas dari TKG I. Panjang mencapai 1/5 rongga perut. Testis berwarna putih susu kemerahan.	Bagian anterior ovarium terdapat lekukan dan ukuran ovarium relatif lebih besar dari TKG I. Ovarium berwarna merah gelap, butir telur dalam ovarium belum terlihat jelas dengan mata. Ovarium mengisi kira-kira 1/6 dari rongga perut.
III	Gerigi pada pinggiran testis lebih besar dari TKG II, warna testis makin putih, ukuran testis makin besar, panjang mencapai 1/4 rongga perut.	Telur mulai kelihatan butirnya dengan mata, tetapi belum dapat dipisahkan. Ovarium berwarna kecoklatan, mengisi 1/3 rongga perut.
IV	Ukuran testis makin membesar, panjang mencapai 1/3 rongga perut, gerigi pada pinggiran testis lebar dan tebal. Testis semakin pejal. Berwarna seperti putih susu.	Ovarium makin besar, telur berwarna kuning dan mudah dipisahkan. Bagian anterior ovarium terbelah kira-kira 1/3 panjang dari ovarium. Ovarium mengisi 1/2 - 2/3 rongga perut, usus tampak terdesak.
V	Gerigi pada pinggiran testis pada bagian tertentu terlihat kosong dan mengempis. Berwarna putih bening. Panjang mencapai 1/5 hingga 1/4 rongga perut.	Dinding ovarium tebal, pada bagian posteriornya mengempis dan terdapat butir telur sisa di dekat saluran pelepasan. Warna ovarium sama seperti TKG IV. Ovarium mengisi kira-kira 1/4 rongga perut.

Penentuan jenis kelamin dilakukan dengan melihat morfologi gonad. Ikan dibedah mulai dari anus sampai tutup insang dengan menggunakan alat bedah. Ukuran gonad ikan jantan yang belum dewasa lebih pendek daripada gonad betina, ketika ikan matang gonad maka gonad jantan terlihat bewarna seperti putih susu dan gonad betina bewarna kuning.

Penentuan tingkat kematangan gonad ikan ditentukan secara morfologis berdasarkan bentuk, warna, ukuran, serta perkembangan isi gonad menggunakan klasifikasi Jusmaldi *et al.* (2017) (Tabel 1).

Penghitungan jumlah butir telur dilakukan pada ikan yang matang gonad (TKG IV) menggunakan metode gravimetrik. Ikan matang gonad ditimbang bobot total gonadnya pada waktu pembedahan, kemudian gonad diawetkan dengan formalin 4%. Pengambilan contoh telur dilakukan pada tiga bagian sub-gonad, yaitu anterior, tengah dan posterior. Sub-gonad lalu ditimbang bobotnya menggunakan timbangan digital dengan tingkat ketelitian 0,001 gram, selanjutnya jumlah telur dihitung dibantu dengan menggunakan kaca pembesar dan *hand tally counter*.

Data panjang total, bobot, jenis kelamin, tingkat kematangan gonad ikan, dan jumlah telur dicatat. Data tersebut digunakan untuk menganalisis sebaran ukuran panjang dan bobot ikan, nisbah kelamin, ukuran ikan kali pertama matang gonad, indeks kematangan gonad, dan fekunditas.

Analisis data

Nisbah jenis kelamin dihitung berdasarkan perbandingan antara jumlah ikan jantan dan ikan betina sebagai berikut:

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

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

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

$$X^2 = \frac{\sum (O_i - E_i)^2}{E_i}$$

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

Pendugaan ukuran ikan kali pertama matang gonad dilakukan dengan menggunakan rumus Spearman-Kärber (Udupa 1986).

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

$$M = \text{antilog } m \pm 1,96 \sqrt{x^2 - \sum \frac{(p_i x q_i)}{(n-1)}}$$

Keterangan: m = log panjang ikan pada kematangan gonad pertama, xk = log nilai tengah kelas panjang yang terakhir ikan telah matang gonad, x = log pertambahan panjang pada nilai tengah, p_i = proporsi ikan matang gonad pada kelas panjang ke- i dengan jumlah ikan pada selang panjang ke- i , n_i = jumlah ikan pada kelas panjang ke- i , $q_i = 1 - p_i$. M = panjang ikan kali pertama matang gonad sebesar antilog m .

Indeks kematangan gonad dihitung dengan membandingkan bobot gonad dengan bobot tubuh ikan sebagai berikut:

$$IKG = \frac{BG}{BT} \times 100$$

Keterangan: IKG = indeks kematangan gonad, BG = bobot gonad total (gram), BT = bobot tubuh (gram).

Penghitungan fekunditas menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F = \frac{G \times f}{g}$$

Keterangan: F= fekunditas, G= bobot total gonad (gram), f= jumlah telur dalam subsampel gonad (butir), g= bobot subsampel gonad (gram).

Data fekunditas yang diperoleh selanjutnya dikaitkan dengan panjang total dan bobot tubuh ikan. Hubungan antara fekunditas dengan panjang dan bobot tubuh dirumuskan sebagai berikut :

$$F = aL^b$$

$$F = aW^b$$

Keterangan: F= fekunditas total (butir), L= panjang total ikan (mm), W= bobot tubuh ikan (gram).

Fekunditas relatif diperoleh dengan membagi fekunditas mutlak dengan bobot tubuh ikan tanpa gonad (gram). Hasil dari fekunditas relatif selanjutnya dikaitkan dengan panjang total ikan (mm). Rumus fekunditas relatif sebagai berikut:

$$FR = \frac{F}{BT}$$

Keterangan: FR= fekunditas relatif (butir gram⁻¹), F= fekunditas mutlak (butir), BT= bobot tubuh ikan (gram).

Hasil

Ikan yang diukur dan ditimbang sebanyak 1214 ekor, mempunyai panjang total berkisar 132,19 - 227,30 mm dan bobot 20,0 - 70,4 gram. Berdasarkan jenis kelamin, ikan jantan mempunyai panjang berkisar 141,55 - 219,66 mm dan bobot 22,6 - 67,5 gram, sedangkan panjang ikan betina berkisar 132,19 - 227,30 mm dan bobot 20,0 - 70,4 gram (Tabel 2).

Jumlah ikan yang tertangkap terdiri atas 475 ekor jantan (39,13%) dan 739 ekor betina (60,87%) atau nisbah kelamin 1 : 1,56. Hasil uji *Chi-square* terhadap nisbah kelamin jantan dan betina diperoleh nisbah kelamin berbeda nyata pada taraf 95% $X^2_{hit} (57,41) > X^2_{tabel} (db = 1) (3,84)$ dari pola 1:1 atau nisbah kelamin tidak seimbang. Berdasarkan bulan penangkapan, nisbah kelamin ikan juga tidak seimbang pada setiap bulannya, kecuali pada bulan Oktober dan November ditemukan seimbang (Tabel 3).

Tabel 2. Kisaran panjang dan bobot *O. miostoma* (Vaillant, 1902) jantan dan betina di Sungai Mahakam pada bulan November 2013 – Oktober 2014

Bulan	Jantan			Betina		
	n (ekor)	L (mm)	W (gram)	n (ekor)	L (mm)	W (gram)
Nov' 13	39	141,55 - 187,30	26,1 - 56,3	54	146,95 - 212,58	24,8 - 62,5
Des' 13	39	155,11 - 208,82	30,7 - 58,6	64	145,65 - 227,30	21,5 - 70,4
Jan' 14	39	145,69 - 219,66	25,2 - 67,5	69	143,75 - 219,15	25,2 - 63,6
Feb' 14	38	150,08 - 198,5	23,8 - 58,6	62	144,41 - 219,35	23,7 - 61,5
Mar' 14	39	152,25 - 169,14	25,8 - 39,9	61	147,58 - 168,58	27,2 - 39,2
Apr' 14	34	144,85 - 171,23	24,4 - 49,7	51	138,21 - 168,55	22,4 - 41,5
Mei' 14	37	136,86 - 173,55	25,4 - 47,2	63	132,19 - 170,73	22,5 - 36,8
Jun' 14	46	155,45 - 175,21	30,7 - 44,5	68	151,22 - 172,72	29,8 - 44,5
Jul' 14	47	152,73 - 176,21	28,9 - 41,0	68	135,00 - 175,55	20,0 - 40,5
Agu' 14	38	149,85 - 179,52	26,9 - 45,9	69	144,91 - 190,95	20,6 - 63,9
Sep' 14	37	156,73 - 180,36	31,0 - 52,4	58	146,76 - 178,42	22,8 - 46,9
Okt' 14	42	154,69 - 179,85	22,6 - 52,8	52	149,43 - 178,65	23,7 - 47,2
Total	475	141,55 - 219,66	22,6 - 67,5	739	132,19 - 227,30	20,0 - 70,4

Keterangan : n : jumlah individu, L: panjang total, W : bobot tubuh ikan

Tabel 3. Nisbah kelamin *O. miostoma* (Vaillant, 1902) jantan dan betina di Sungai Mahakam pada bulan November 2013 – Oktober 2014

Bulan	Jumlah ikan (ekor)		Nisbah kelamin	
	Jantan	Betina	Jantan	Betina
Nov' 13	39	54	1	1,38
Des' 13	39	64	1	1,64
Jan' 14	39	69	1	1,77
Feb' 14	38	62	1	1,63
Mar' 14	39	61	1	1,56
Apr' 14	34	51	1	1,50
Mei' 14	37	63	1	1,70
Jun' 14	46	68	1	1,48
Jul' 14	47	68	1	1,45
Agus' 14	38	69	1	1,82
Sep' 14	37	58	1	1,57
Okt' 14	42	52	1	1,24
Jumlah	475	739	1	1,56

Ikan yang matang gonad (TKG IV) hanya ditemukan pada bulan November, Desember, Januari, dan Februari. Pada bulan-bulan tersebut jumlah ikan betina yang diperoleh selalu lebih banyak daripada ikan jantan. Nisbah kelamin ikan jantan dan betina yang matang gonad (TKG IV) adalah 22 : 39 atau 1 : 1,77. Nisbah kelamin ikan yang matang gonad yang terendah terjadi pada bulan November yaitu 1 : 1,43 dan yang tertinggi terjadi pada bulan Desember 1 : 2,43. Berdasarkan uji *Chi-square* terhadap nisbah kelamin ikan jantan dan betina yang matang gonad (TKG IV) setiap bulan diperoleh nisbah kelamin seimbang pada bulan November (tidak berbeda nyata), sedangkan pada bulan Desember dan Januari tidak seimbang (berbeda nyata) (Tabel 4).

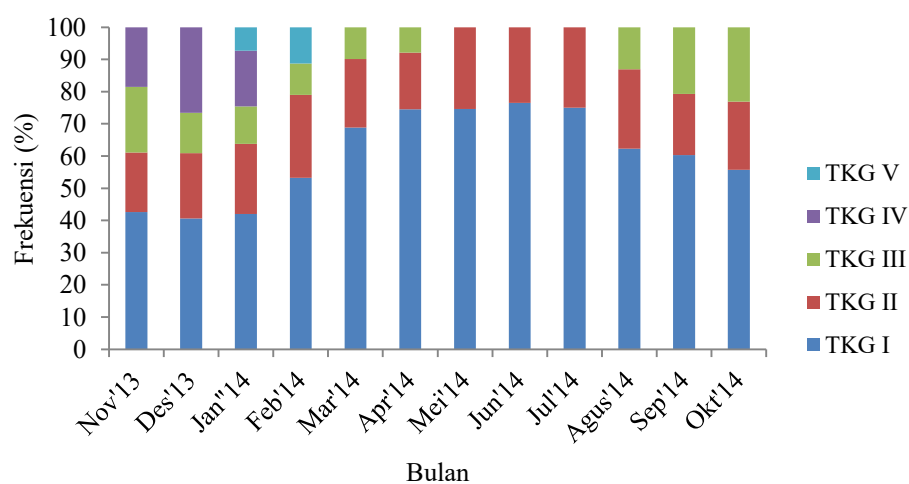
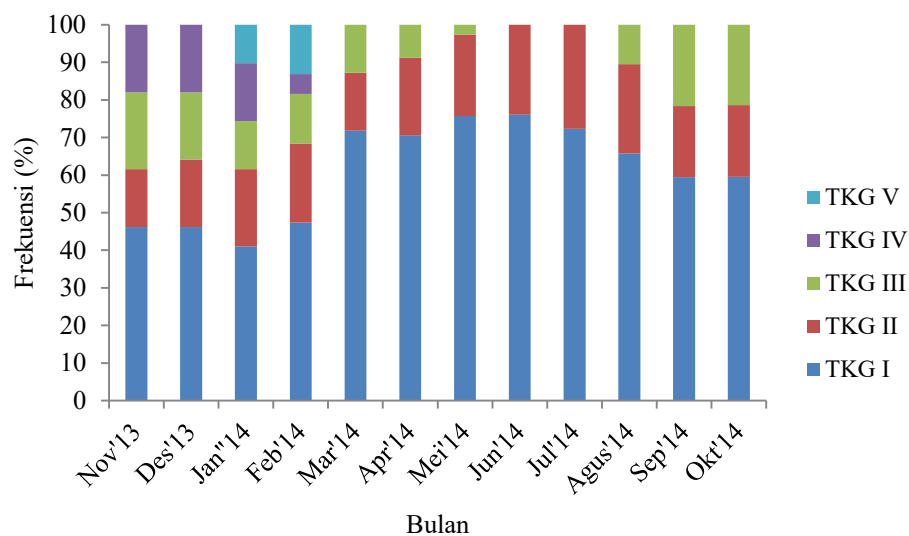
Ikan jantan matang gonad (TKG IV) ditemukan pada bulan November, Desember, Januari, dan Februari. Persentase TKG IV ikan jantan tertinggi ditemukan pada bulan November dan Desember, sedangkan persentase terendah ditemukan pada bulan Februari. Pada ikan

betina, TKG IV dijumpai pada bulan November, Desember, dan Januari. Persentase TKG IV ikan betina tertinggi ditemukan pada bulan Desember dan terendah ditemukan pada bulan Februari. Berdasarkan persentase ikan matang gonad (TKG IV), ikan betina dan jantan mempunyai satu kali musim pemijahan dalam setahun. Musim pemijahan mulai terjadi pada saat mulai masuknya musim penghujan pada bulan Oktober, November dan Desember (Gambar 3).

Ikan jantan TKG IV ditemukan pada ukuran 176,98 - 209,00 mm dan bobot 45,8 - 66,4 gram, sedangkan ikan betina ditemukan pada ukuran 175,56 - 227,30 mm dan bobot 45,2 - 70,4 gram. Analisis pendugaan ukuran panjang ikan jantan kali pertama matang gonad berdasarkan rumus Spearman-Kärber berkisar dari 191,05 - 202,60 mm dan rata rata 197,05 mm, sedangkan ikan betina berkisar dari 179,56 - 198,50 mm dan rata rata 189,03 mm. Hasil ini menunjukkan ukuran panjang ikan jantan kali pertama matang gonad lebih besar dibandingkan dengan ukuran ikan betina.

Tabel 4. Nisbah kelamin ikan lais *O. miostoma* (Vaillant, 1902) yang matang gonad (TKG IV) di lokasi Sungai Mahakam

Bulan	Jumlah ikan (ekor)		Nisbah kelamin	
	Jantan	Betina	Jantan	Betina
Nov' 13	7	10	1	1,43
Des' 13	7	17	1	2,43
Jan' 14	6	12	1	2,00
Feb' 14	2	0	1	0,00
Jumlah	22	39	1	1,77



Gambar 3. Persentase tingkat kematangan gonad ikan lais jantan (N= 475) dan betina (N= 739) pada bulan November 2013 - Oktober 2014 di Sungai Mahakam

Indeks kematangan gonad (IKG) ikan jantan mulai dari TKG I sampai dengan TKG IV berkisar 0,01 - 0,83, sedangkan IKG ikan betina berkisar 0,02 - 8,86. Pertambahan nilai rata-rata IKG ikan jantan dari TKG I ke TKG II sebesar 0,24; dari TKG II ke TKG III sebesar 0,09 dan dari TKG III ke TKG IV sebesar 0,23. Pertambahan nilai IKG ikan betina dari TKG I ke TKG II sebesar 0,89, dari TKG II ke TKG III sebesar 2,42 dan dari TKG III ke TKG IV sebesar 1,87. Bobot testis dan ovarium ikan jantan dan betina meningkat seiring dengan bertambahnya tingkat kematangan gonad, kecuali pada TKG V terjadi penurunan bobot testis dan ovarium karena isinya telah dikeluarkan ketika memijah. Indeks kematangan gonad ikan mencapai maksimal pada TKG IV (Tabel 5).

Berdasarkan rata-rata indeks kematangan gonad ikan secara keseluruhan pada setiap bulan (Tabel 6), ditemukan nilai IKG tertinggi pada bulan November dan Desember yaitu ikan jan-

tan 0,32 dan betina 2,07 dan nilai IKG terendah ditemukan pada bulan Juni yaitu ikan jantan 0,17 dan betina 0,34.

Pada Gambar 4 diperlihatkan pergerakan nilai rata-rata IKG dihubungkan dengan curah hujan dan lama hari hujan. Nilai rata-rata IKG ikan jantan dan betina terlihat tinggi pada bulan November 2013 hingga Januari 2014 dan menurun pada bulan Februari 2014 sampai Juli 2014. Selanjutnya mulai bulan Agustus nilai IKG kembali naik sampai bulan Oktober. Peningkatan ini seiring dengan tibanya musim penghujan ketika curah hujan dan lama hari hujan meningkat.

Rata-rata fekunditas ikan lais yang diamati adalah 6.455 ± 2.492 butir. Fekunditas paling tinggi ditemukan di lokasi Danau Semayang adalah 7941 ± 2497 butir dan terendah ditemukan di lokasi Sungai Belayan 4601 ± 1949 butir (Tabel 7).

Tabel 5. Indeks kematangan gonad (IKG) dan bobot gonad *O. miostoma* (Vaillant, 1902) jantan dan betina berdasarkan TKG

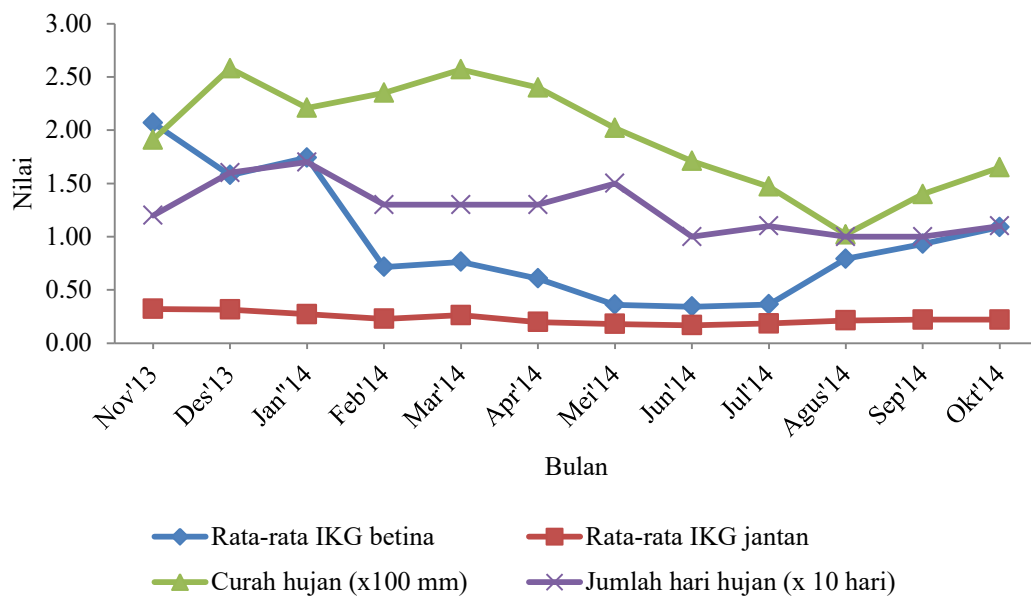
Kelamin	TKG	N	IKG			Bobot gonad (gram)		
			Kisaran	Rataan	sb	Kisaran	Rataan	sb
Jantan	I	291	0,01-0,24	0,12	0,04	0,011-0,075	0,039	0,014
	II	98	0,24-0,48	0,36	0,05	0,085-0,173	0,134	0,021
	III	55	0,38-0,54	0,45	0,03	0,185-0,247	0,207	0,013
	IV	22	0,41-0,83	0,68	0,12	0,255-0,455	0,362	0,047
	V	9	0,04-0,26	0,18	0,07	0,024-0,172	0,097	0,043
Betina	I	448	0,02-0,28	0,12	0,05	0,006-0,086	0,040	0,015
	II	164	0,13-1,75	1,01	0,29	0,124-0,634	0,376	0,111
	III	76	0,78-4,74	3,43	0,74	0,752-1,662	1,389	0,217
	IV	39	1,70-8,86	5,30	2,08	1,684-7,087	3,255	1,263
	V	12	0,31-0,60	0,42	0,09	0,168-0,268	0,21	0,035

sb = simpangan baku

Tabel 6. Indeks kematangan gonad (IKG) *O. miostoma* (Vaillant, 1902) setiap bulan selama satu tahun penelitian

Bulan	IKG Jantan			IKG Betina		
	Kisaran	Rata-rata	sb	Kisaran	Rata-rata	sb
Nov' 13	0,05 - 0,81	0,32	0,25	0,05 - 8,86	2,07	2,54
Des' 13	0,01 - 0,77	0,32	0,25	0,02 - 8,01	1,58	1,95
Jan' 14	0,04 - 0,83	0,27	0,20	0,04 - 8,63	1,74	2,45
Feb' 14	0,04 - 0,61	0,23	0,16	0,03 - 4,32	0,72	1,11
Mar' 14	0,14 - 0,49	0,26	0,12	0,12 - 4,74	0,76	1,13
Apr' 14	0,07 - 0,47	0,20	0,12	0,04 - 4,54	0,61	1,11
Mei' 14	0,04 - 0,42	0,18	0,11	0,04 - 1,50	0,36	0,46
Jun' 14	0,05 - 0,43	0,17	0,11	0,04 - 1,58	0,34	0,42
Jul' 14	0,04 - 0,44	0,19	0,12	0,05 - 1,46	0,36	0,44
Agus' 14	0,06 - 0,48	0,21	0,14	0,05 - 4,13	0,79	1,12
Sep' 14	0,05 - 0,48	0,22	0,14	0,05 - 3,74	0,93	1,22
Okt' 14	0,05 - 0,49	0,22	0,16	0,06 - 4,13	1,09	1,44

sb = simpangan baku



Gambar 4. Hubungan indeks kematangan gonad (IKG) *O. miostoma* (Vaillant, 1902) dengan curah hujan dan jumlah hari hujan di Sungai Mahakam

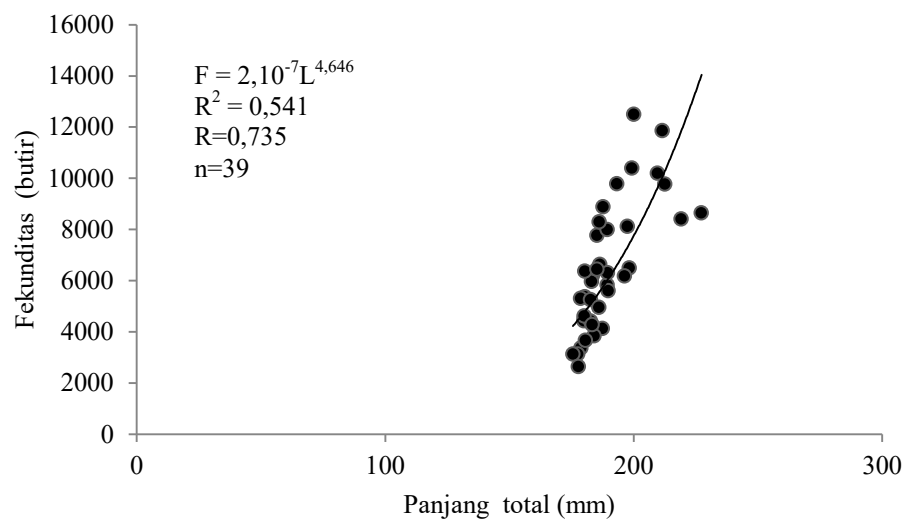
Tabel 7. Fekunditas *O. miostoma* (Vaillant, 1902) di lokasi Sungai Mahakam

Lokasi	n	Fekunditas (butir)		
		Kisaran	Rataan	SD
Danau Semayang	15	4.135 - 12.495	7941	2497
Sungai Belayan	9	2.648 - 8.879	4601	1949
Sungai Muara Siran	9	3.849 - 10.201	6198	1951
Sungai Tering	6	3.667 - 8.411	5909	2067
Semua lokasi	39	2.648 - 12.495	6455	2492

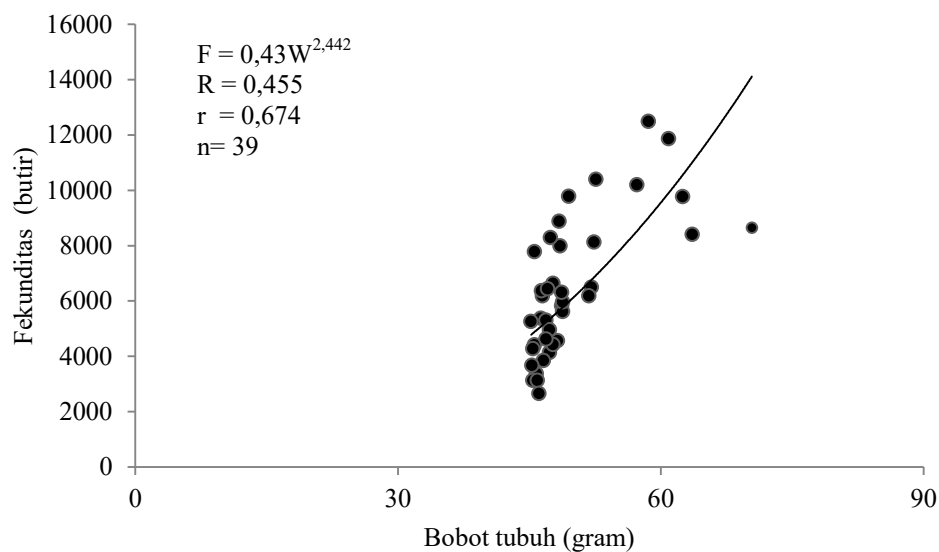
Hubungan antara fekunditas dengan panjang dan bobot tubuh ikan lais ditentukan dengan persamaan: $F = 2,10^{-7} L^{4,646}$ ($r = 0,735$) (Gambar 5) dan $F = 0,43W^{2,442}$ ($r = 0,674$) (Gambar 6).

Nilai korelasi persamaan garis antara fekunditas total dengan panjang tubuh adalah 0,735, sedangkan nilai korelasi antara fekunditas total dengan bobot tubuh adalah 0,674. Nilai korelasi antara fekunditas total dengan panjang

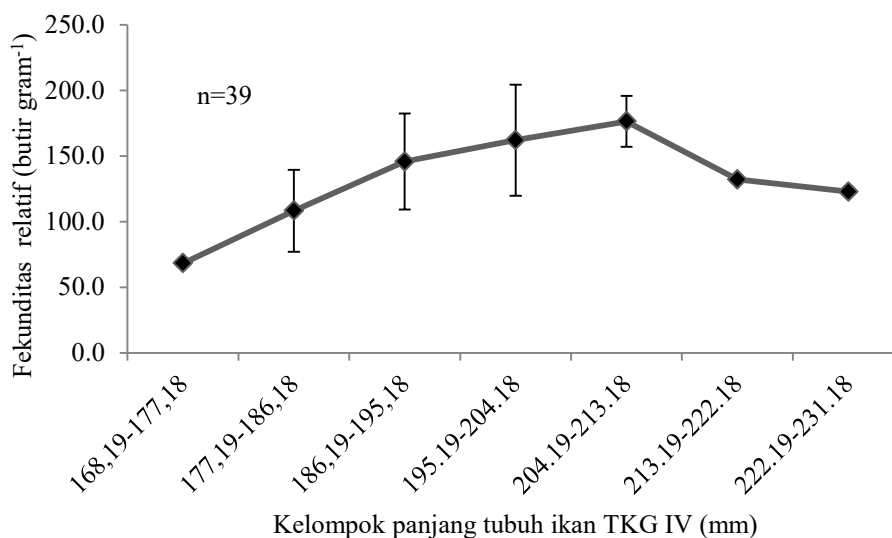
tubuh ikan betina cenderung lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai korelasi antara fekunditas total dengan bobot tubuh. Secara keseluruhan, korelasi antara fekunditas ikan dengan panjang dan bobot tubuh termasuk nilai yang cukup tinggi. Nilai korelasi yang cukup tinggi menunjukkan model hubungan fekunditas total dengan panjang dan bobot tubuh dapat digunakan sebagai model untuk memprediksi fekunditas ikan.



Gambar 5. Hubungan fekunditas total *O. miostoma* (Vaillant, 1902) menurut panjang tubuh



Gambar 6. Hubungan fekunditas total *O. miostoma* (Vaillant, 1902) menurut bobot tubuh



Gambar 7. Fekunditas relatif ikan lais menurut kelompok panjang tubuh

Nilai fekunditas relatif ikan lais tertinggi ditemukan pada kelompok ikan dengan ukuran panjang 204,19 - 213,18 mm (Gambar 7). Fekunditas relatif ikan terlihat meningkat dengan pertambahan panjang, tetapi pada kondisi panjang ikan yang telah melewati batas nilai maksimum, penambahan panjang tubuh cenderung menunjukkan penurunan nilai fekunditas relatif.

Pembahasan

Pada penelitian ini dilaporkan panjang dan bobot ikan lais jantan dan betina tidak jauh berbeda. Ukuran panjang yang hampir sama juga dilaporkan oleh Ng & Tan (2004) pada spesies *O. bimaculatus* holotipe *O. miostoma* berkisar dari 123,3 - 187,2 mm. Lebih besarnya ukuran panjang ikan lais yang ditemukan mencerminkan bahwa perairan di Sungai Mahakam menyediakan kondisi lingkungan yang cukup baik untuk pertumbuhan ikan seperti nilai pengukuran pH berkisar 5,74 - 6,01, oksigen terlarut 5,78 - 6,34 mg l⁻¹, kekeruhan 15,47 - 30,11 NTU, suhu 28,45 - 29,43°C dan kecepatan arus permukaan 0,03 - 0,15 m dt⁻¹, serta tersedianya

pakan alami dan vegetasi yang menjadi habitat dan tempat berlindung ikan (Jusmaldi *et al.* 2016). Menurut Li & Gelwick (2005), heterogenitas habitat dan ketersediaan sumber makanan alami di perairan memengaruhi ukuran ikan.

Selama penelitian, pada setiap bulan jumlah ikan betina yang diperoleh selalu lebih banyak daripada ikan jantan. Berdasarkan nisbah jenis kelamin dari seluruh contoh ikan lais di Sungai Mahakam diperoleh nisbah kelamin tidak seimbang. Simanjuntak (2007) juga mendapatkan nisbah kelamin ikan betina lebih tinggi daripada ikan jantan pada spesies *O. hypophthalmus* di Sungai Kampar Kiri. Malla & Banik (2015) menemukan nisbah kelamin pada spesies *O. bimaculatus* di perairan tripura India yaitu 1 : 1,65. Banik *et al.* (2012) juga menemukan ikan betina lebih banyak daripada ikan jantan pada spesies *O. pabda* di lingkungan perairan di Tripura India. Hal yang sama juga dilaporkan pada *catfish* lainnya, yaitu *Silurionodon auritus* (Iyabo 2015).

Menurut Banik *et al.* (2012) *catfish* yang didominasi oleh betina disebabkan oleh adanya perbedaan faktor lingkungan perairan. Ketersediaan makanan juga memengaruhi nisbah dominansi jenis kelamin betina (Msiska & Costa-Pierce 1997). Hipoksia atau kadar oksigen terlalu rendah berpengaruh pada perkembangan seksual dan diferensiasi seks yang menyebabkan dominasi jenis kelamin jantan dalam populasi (Shang *et al.* 2006). Baroiller & d'Cotta (2001) menjelaskan perbedaan dalam dominasi jenis kelamin dapat dikaitkan dengan faktor lingkungan terutama temperatur. Budd *et al.* (2015) menyatakan ada beberapa faktor dalam penentuan dan diferensiasi jenis kelamin pada ikan yaitu faktor genetik, mekanisme epigenetik, dan faktor lingkungan. Selanjutnya dikatakan, pengaruh suhu lingkungan terhadap diferensiasi jenis kelamin kali pertama dilaporkan terjadi pada Atlantik silverside (*Menidia menidia*), satu spesies yang menunjukkan karakteristik *temperature sex determination*) baik di alam liar maupun di penangkaran (Conover & Kynard 1981).

Berdasarkan persentase TKG IV tertinggi pada ikan jantan dan betina dan indeks kematangan gonad (IKG), diperkirakan puncak pemijahan terjadi pada bulan Desember. Kondisi pemijahan ini terjadi karena pada bulan Oktober, November dan Desember di wilayah perairan sungai Mahakam sudah memasuki musim penghujan dengan curah hujan tinggi (191 -258 mm) (BPS Kabupaten Kutai Kartanegara). Menurut Van der Wall (1974) pada saat permukaan perairan naik saat musim penghujan, ketersediaan makanan di danau dan rawa banjir akan melimpah sehingga akan merangsang ikan - ikan untuk mempercepat proses pematangan gonad. Proses pematangan gonad sangat erat kaitannya dengan sinyal - sinyal lingkungan seperti keter-

sediaan makanan untuk anak - anak ikan nantinya. Selain itu adanya substansi *petrichor* (aroma tanah kering yang kemudian terendam/terkena air) ketika permukaan air naik yang membasahi daratan yang kering setelah musim kemarau merupakan pemicu pada proses pemijahan.

Nilai persentase TKG IV yang tertinggi pada ikan lais ditemukan di lokasi Danau Semayang. Hal ini mengindikasikan lokasi tersebut menjadi lokasi pemijahan yang disukai oleh ikan lais di Sungai Mahakam. Danau Semayang merupakan tipe danau banjir yang alirannya terputus pada musim kemarau dan bersambung pada musim penghujan. Pada saat musim penghujan airnya membanjiri daerah di pinggir danau dan membentuk rawa banjir yang kaya akan sumber makanan bagi anak ikan lais.

Ikan lais jantan kali pertama matang gonad pada ukuran 197,05 mm, sedangkan ikan lais betina pada ukuran 189,03 mm. Dalam penelitian ini ukuran ikan lais jantan kali pertama matang gonad lebih besar dibandingkan dengan ukuran ikan lais betina. Menurut Omar *et al.* (2011) ukuran panjang tubuh pada awal reproduksi bervariasi terhadap jenis kelamin. Pada ikan jantan maupun betina, ukuran pertama kali matang gonad bergantung pada kondisi lingkungan yang sesuai. Pada lingkungan yang tidak sesuai untuk tumbuh dan mempertahankan sintasan, ikan - ikan cenderung menurunkan tingkat pertumbuhan, sehingga reproduksi cenderung akan berlangsung pada ukuran yang lebih kecil atau umur yang lebih muda Udupa (1986) juga menyatakan bahwa ukuran ikan kali pertama matang gonad bervariasi di antara dan di dalam spesies. Nasution *et al.* (2007) menyatakan ukuran ikan kali pertama matang gonad berhubungan dengan pertumbuhan, pengaruh ling-

kungan, dan strategi reproduksi. Gomiero *et al.* (2008) menyatakan ukuran ikan kali pertama matang gonad merupakan variabel dari strategi reproduksi pada ikan betina untuk menjamin kelangsungan populasinya, selain nisbah kelamin, periode dan tipe pemijahan, perkembangan oosit dan fekunditas.

Ukuran ikan kali pertama matang gonad berbeda pada tiap spesies, bahkan pada ikan spesies yang sama juga dapat bervariasi bila berada pada kondisi dan letak geografis berbeda. Banik *et al.* (2012) menemukan ukuran *O. pabda* kali pertama matang gonad di perairan Muhuri Tripura India pada jantan 163 mm, sedangkan pada betina 170 mm. Sivakami (1982) menemukan ukuran minimum spesies *O. bimaculatus* pertama matang gonad di perairan Bhavani Sagar India dengan panjang tubuh 230 mm. Perbedaan letak geografis perairan akan berpengaruh pada perbedaan faktor lingkungan seperti suhu perairan dan kualitas makanan. Menurut penelitian Jonsson *et al.* (2013) pada spesies ikan atlantik salmon (*Salmo salar*), ikan dengan umur yang sama yang dipelihara pada suhu tinggi dan diberi pakan tinggi lemak akan mencapai ukuran matang gonad dengan bobot tubuh yang lebih besar serta menunjukkan rasio bobot-panjang lebih tinggi, jika dibandingkan dengan yang dipelihara dalam suhu alami dan diberi pakan rendah lemak.

Pengetahuan tentang ukuran kali pertama matang gonad sangat penting dalam pengelolaan stok ikan karena dapat digunakan untuk menentukan ukuran mata jaring yang akan digunakan untuk menangkap ikan tersebut. Amarasinghe & Pushpalatha (1997) dalam penelitiannya di Sungai Uruwal Oya Srilangka pada spesies *O. bimaculatus* menyarankan ukuran mata jaring yang digunakan adalah 5,8 cm dengan panjang

rata-rata ikan matang gonad pada jantan 216 mm dan betina 148 mm. Pada penelitian ini ukuran mata jaring yang disarankan pada spesies *O. miostoma* dari Sungai Mahakam adalah diatas 5 cm dengan rata-rata ukuran ikan matang gonad pada jantan 197,05 mm dan betina 189,03 mm, agar ikan yang tertangkap telah mengalami matang gonad minimal satu kali sebelum ditangkap.

Nilai indeks kematangan gonad (IKG) jantan memiliki nilai rata-rata lebih kecil dibandingkan IKG betina pada setiap bulan pengamatan. Perbedaan kisaran nilai IKG ikan jantan dan betina diduga karena pada ikan betina pertumbuhan lebih cenderung pada bobot gonad. Pada penelitian ini penambahan bobot pada gonad ikan jantan 0,41% - 0,83% dari bobot tubuh, sedangkan pada ikan betina 1,70% - 8,86 % dari bobot tubuh, dibandingkan dengan penelitian Malla & Banik (2015) hal yang sama juga ditemukan pada spesies *O. bimaculatus* mendapatkan penambahan bobot gonad jantan berkisar 0,39 - 2,19 % dari bobot tubuh, sedangkan betina 1,54 - 15,58 % dari bobot tubuh. Effendie (2002) menyatakan bahwa pertambahan bobot gonad pada ikan betina dapat mencapai 10 -25% dari bobot tubuhnya, sedangkan pada ikan jantan hanya mencapai 5 - 10% dari bobot tubuh.

Indeks kematangan gonad (IKG) ikan lais tertinggi pada terjadi pada bulan November. Nilai puncak pada kurva IKG menunjukkan bahwa energi sebagian besar digunakan untuk pertumbuhan somatik dan reproduksi (Gomes & Araujo 2004). Hal ini sesuai dengan nilai persentase TKG IV tertinggi pada ikan lais jantan dan betina yang ditemukan pada bulan November pada saat terjadinya musim penghujan.

Nilai fekunditas total ikan betina TKG IV (N=39) berkisar antara 2.648 - 12.495 butir ind⁻¹

ikan pada ukuran panjang tubuh berkisar dari 175,56 - 227,30 mm dan bobot 45,2 - 70,4 gram. Jumlah telur yang matang pada ikan saat musim pemijahan tergantung pada volume rongga perut (*abdominal cavity*) dan ukuran diameter dari telurnya (Duarte & Araujo 2002).

Dibandingkan dengan spesies lain dalam famili Siluridae, fekunditas ikan lais di Sungai Mahakam lebih rendah jika dibandingkan dengan fekunditas spesies *O. bimaculatus* di perairan Tripura India. Malla & Banik (2015) menemukan fekunditas *O. bimaculatus* berkisar dari 2.190 - 41.552 butir ind⁻¹ ikan. Sebaliknya fekunditas ikan lais *O. miostoma* (Vaillant, 1902) lebih tinggi jika dibandingkan dengan fekunditas spesies *O. pabda* di perairan Tripura India. Gupta *et al.* (2014) menemukan fekunditas *O. pabda* berkisar 2.460 - 5.986 butir ind⁻¹ ikan. Perbedaan nilai fekunditas pada ikan diduga berkaitan dengan perbedaan spesies, adaptasi serta strategi pemijahan dari ikan tersebut. Selain itu perbedaan fekunditas pada spesies yang sama juga diduga dapat disebabkan oleh perbedaan lingkungan perairan dan ketersediaan sumber makanan. Menurut Banik *et al.* (2012) variasi nilai fekunditas pada spesies ikan dapat disebabkan oleh faktor lingkungan yang berbeda seperti suhu perairan, sumber makanan, kelimpahan makanan, dan perbedaan spesies.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap biologi reproduksi *Ompok miostoma* di Sungai Mahakam Kalimantan Timur, diperoleh kesimpulan sebagai berikut: jumlah ikan jantan matang gonad lebih sedikit dibandingkan ikan betina matang. Ukuran kali pertama matang gonad pada ikan jantan lebih panjang dibandingkan ikan betina. Puncak musim pemijahan diperkirakan

terjadi pada bulan Desember (musim penghujan). Lokasi pemijahan tertinggi ditemukan di Danau Semayang. Fekunditas berkorelasi positif dengan panjang total dan bobot ikan.

Daftar pustaka

- Amarasinghe US, Pushpalatha KBC. 1997. Gillnet selectivity of *Ompok bimaculatus* (Siluridae) and *Puntius dorsalis* (Cyprinidae) in a small-scale riverine fishery. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 25(3): 169-184
- Arthi T, Nagarajan S, Sivakumar AA, Vijayarman K. 2013. Reproductive biology of two fresh water fishes, *Ompok bimaculatus* and *O. malabaricus* (Bloch) of the river Amaravathy, Tamil Nadu, India. *International Quarterly Journal of Biology & Life Sciences*, 1(2): 45 - 53.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Kutai Kartanegara. 2014. *Kutai kartanegara dalam angka*. Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Kutai Kartanegara. 522 hal.
- Banik S, Goswami P, Acharjee T, Malla S. 2012. *Ompok pabda* (Hamilton-Buchanan, 1822): an endangered catfish of Tripura, India: reproductive physiology related to freshwater lotic environment. *Journal of Environment*, 1(2): 45-55.
- Baroiller JF, D'Cotta H. 2001. Environment and sex determination in farmed fish. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 130(4): 399-409.
- Budd AM, Banh QQ, Domingos JA, Jerry DR. 2015. Sex control in fish: approaches, challenges and opportunities for aquaculture. *Journal of Marine Science and Engineering*. 3(2): 329 – 355.
- Christensen MS. 1992. Investigations on the ecology and fish fauna of the Mahakam River in East Kalimantan (Borneo), Indonesia. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie*, 77(4): 593 - 608.
- Conover DO, Kynard B. 1981. Environmental sex determination: interaction of temperature and genotype in a fish. *Science*. 213: 577 – 579.

- Duarte S, Araujo FG. 2002. Fecundity of the *Hypostomus affinis* (Siluriformes, Loricariidae) in The Lajes Reservoir, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, 50(1): 193-197.
- Elvyra R. 2009. Kajian keragaman genetik dan biologi reproduksi ikan lais di Sungai Kampar Riau. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, 126 hlm.
- Effendie MI. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 163 hlm.
- Gomiero LM, Garuana L, Braga FMS. 2008. Reproduction of *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1819) (Characiformes) in the Serra do Mar State Park, São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 68(1): 187-192.
- Gomes ID, Araujo FG. 2004. Influences of the reproductive cycle on condition of marine catfishes (Siluriformes, Ariidae) in a coastal area at southeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes*. 71(4): 341-351.
- Gupta BK, Sarkar UK, Bhardwaj SK. 2014. Reproductive biology of Indian Silurid catfish *Ompok pabda* in river Gomti. *Journal of Environmental Biology*, 35(2): 345 - 351.
- Iyabo UB. 2015. Reproductive biology of *Silurionodon auritus* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1809) in the mid cross river flood system, Southeastern Nigeria. *American Journal of Science and Technology*, 2(5): 215-219.
- Jonsson B, Jonsson N, Finstad AG. 2013. Effects of temperature and food quality on age and size at maturity in ectotherms: an experimental test with Atlantic salmon. *Journal of Animal Ecology*, 82(1): 201 - 210
- Jusmaldi, Solihin DD, Rahardjo MF, Affandi R, Gustiano R. 2016. Karakteristik biometrik dan genetik spesies ikan lais (Siluridae) dan biologi reproduksi *Ompok miostoma* (Vaillant, 1902) di Sungai Mahakam Kalimantan Timur. *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor 118 hlm.
- Jusmaldi, Solihin DD, Affandi R, Rahardjo MF, Gustiano R. 2017. Kematangan gonad dan tipe pemijahan ikan lais, *Ompok miostoma* (Vaillant, 1902) di Sungai Mahakam Kalimantan Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(2): 201-2013.
- Kottelat M. 1994. The fishes of the Mahakam River, east Borneo: an example of the limitations of zoogeographic analyses and the need for extensive surveys in Indonesia. *Tropical Biodiversity*, 2(3): 401 - 426.
- Kottelat M. 2013. The fishes of the inland waters of Southeast Asia : a catalogue and core bibliography of the fishes known to occur in freshwaters, mangroves and estuaries. *Raffles Bulletin of Zoology*. Supplement No. 27: 1 - 663.
- Li RY, Gelwick FP. 2005. The relationship of environmental factors to spatial and temporal variation of fish assemblages in a floodplain river in Texas USA. *Ecology of Freshwater Fish*, 14(4): 319-330.
- Malla S, Banik S. 2015. Reproductive biology of an endangered catfish, *Ompok bimaculatus* (Bloch, 1794) in the lotic waterbodies of Tripura, North-East India. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2(4): 251-260.
- Minggawati I, Sukoso, Bijaksana U, Hakim L. 2015. Gonad maturity level of catfish *Ompok hypophthalmus* caught in a flooding swamp area of Rungan river Central Kalimantan related to water depth. *Global Journal of Fisheries and Aquaculture*, 3(2): 205-210.
- Mishra SK, Sarkar UK, Trivedi SP, Mir JJ, Pal A. 2013. Biological parameters of a silurid catfish *Ompok bimaculatus* (Bloch 1794) from river Ghaghara, India. *Journal of Environmental Biology*, 34(6): 1013 - 1017.
- Msiska OV, Costa-Pierce BA. 1997. Factors influencing the spawning success of *Oreochromis karongae* (Trewavas) in ponds. *Aquaculture Research*. 28(2): 87-99.
- Nasution SH, Sulistiono, Soedharma D, Muchsin I, Wirjoatmodjo S. 2007. Kajian aspek reproduksi ikan endemik bontibonti (*Paratherina striata*) di Danau Towuti, Sulawesi Selatan. *Jurnal Biologi Indonesia*, 4(4): 225-237.
- Ng HH. 2003. A review of the *Ompok hypophthalmus* group of silurid catfishes, with the description of a new species from

- Southeast Asia (Siluriformes: Siluridae). *Journal of Fish Biology*, 62(6): 1296 - 1311.
- Ng HH, Tan HH. 2004. *Ompok platyrhynchus*, a new silurid catfish (Teleostei: Siluridae) from Borneo. *Zootaxa*, 580: 1-11.
- Omar AS, Salam R, Kune S. 2011. Nisbah kelamin dan ukuran pertama kali matang gonad ikan endemik bonti-bonti (*Paratherina striata* Aurich, 1935) di Danau Towuti, Sulawesi Selatan. In: Isnansetyo A, Djumanto, Suadi (editor): *Prosiding Seminar Nasional Tahunan VIII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2011 Jilid II*. Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 644 hlm.
- Simanjuntak CPH. 2007. Reproduksi ikan lais *Ompok hypophthalmus* (Blkr.) berkaitan dengan perubahan hidromorfologi perairan di rawa banjir Sungai Kampar Kiri *Tesis*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 59 hal.
- Sivakami S. 1982. Length-weight relationship and relative condition in *Ompok bimaculatus* (Bloch) from Bhavanisagar reservoir (Tamil Nadu). *Indian Journal of Fisheries*, 34(2): 202-207..
- Shang EHH, Yu RMK, Wu, RSS. 2006. Hypoxia affects sex differentiation and development, leading to a male-dominated population in Zebrafish *Danio rerio*. *Environmental Science and Technology*, 40(9): 3118-22.
- Sjafei DS, Simanjuntak CPH, Rahardjo MF. 2008. Perkembangan kematangan gonad dan tipe pemijahan ikan selais (*Ompok hypophthalmus*) di rawa banjir Sungai Kampar Kiri, Riau. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 8(2): 94-100.
- Steel RGD, Torrie JH. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistik*. Diterjemahkan oleh Bambang Sumantri. PT Gramedia. Jakarta, 748 hlm.
- Tomkiewicz J, Morgan MJ, Burnett J, Saborido-Rey F. 2003. Available information for estimating reproductive potential of Northwest Atlantic groundfish stocks. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 33: 1-21.
- Udupa KS. 1986. Statistical method of estimating the size at first maturity of fishes. *Fishbyte*, 4(2): 8-10.
- Van der Wall BCW. 1974. Observations on the breeding habits of *Clarias gariepinus* (Burchell). *Journal of Fish Biology*, 6(1): 23-27.

Rekombinasi hormon tiroksin dan hormon rGH terhadap pertumbuhan dan sintasan larva ikan maskoki, *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)

[Effect of thyroxine and rGH hormone recombinant on growth and survival goldfish larvae, *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)]

Erlangga^{1✉}, Zulfikar¹, Hariyati²

¹ Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh

² Alumni Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh
Cot Teungku Nie-Reueut Kecamatan Muara Batu - Aceh Utara

Diterima: 25 Oktober 2017; Disetujui: 26 Desember 2018

Abstrak

Pertumbuhan yang lambat merupakan kendala dalam mencapai target produksi ikan maskoki (*Carassius auratus auratus*). Proses metabolisme dan pertumbuhan pada ikan dipengaruhi oleh faktor hormonal. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2016 di Laboratorium Pembenihan dan Teknologi Budidaya, Perairan Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh pemberian hormon tiroksin (T_4) dan hormon rGH (recombinant Growth Hormone) melalui metode perendaman dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan dan sintasan larva ikan maskoki. Metode penelitian eksperimental dengan rancangan acak lengkap non faktorial dengan empat perlakuan tiga ulangan. Adapun perlakuannya adalah: A= Kontrol, B= T_4 0,05 mgL⁻¹+ rGH 5 mgL⁻¹, C= T_4 0,1 mgL⁻¹+ rGH 10 mgL⁻¹, D = T_4 0,15 mgL⁻¹+ rGH 15 mgL⁻¹. Hasil penelitian dengan pemberian rekombinasi hormon T_4 dan hormon rGH dengan dosis yang berbeda berpengaruh terhadap penurunan volume kuning telur, laju penyerapan kuning telur, pertumbuhan dan sintasan dengan nilai $p < 0,05$. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan D (T_4 0,15 mg L⁻¹ + rGH 15 mg L⁻¹) dengan hasil volume kuning telur dan laju penyerapan kuning telur selama 36 jam, pertumbuhan bobot : 3,09 mg, pertumbuhan panjang : 1,75 mm, dan sintasan : 81 %. Nilai kualitas air selama penelitian yaitu suhu 27-28 °C, pH 7,0-7,4, oksigen terlarut 5-6,1 mgL⁻¹ dan amonia 0,1073-0,1793 mgL⁻¹, masih mendukung pertumbuhan ikan yang optimal bagi ikan mas koki. Penelitian ini diharapkan mampu mempercepat proses pertumbuhan larva ikan mas koki dengan nilai sintasan yang sangat baik.

Kata penting: hormon tiroksin, hormon rGH, ikan maskoki.

Abstract

Slow growth is an obstacle to achieving the target of goldfish (*Carassius auratus auratus*) production. The process of metabolism and growth in fish is influenced by hormonal factors. This purpose of this study was to examine the effect of thyroxine (T_4) and recombinant growth hormone (rGH) by immersion method with different doses on growth and survival of goldfish larvae. This research was conducted in February to March 2016 at the Hatchery and Aquaculture Technology Laboratory, Aquaculture Study Program, Faculty of Agriculture, University of Malikussaleh. The experimental method using a completely non-factorial randomized design with four treatments and three replications. The treatments were A= control, B= T_4 0.05 mgL⁻¹ + rGH 5 mgL⁻¹, C= T_4 0.1 mgL⁻¹ + rGH 10 mgL⁻¹, D = T_4 0.15 mgL⁻¹ + rGH 15 mgL⁻¹. Results showed that the treatments with recombination of hormone T_4 and hormone rGH with different doses have an effect to decrease of yolk volume, egg yolk absorption rate, growth and survival with p value $< 0,05$. The best treatment was in treatment D (T_4 0, 15mgL⁻¹ + rGH 15 mg L⁻¹) with yolk volume and egg yolk absorption rate for 36 hours, growth weight of 3.09 mg, growth length of 1.75 mm, and 81% of survival rate. The temperature of the media during the study period was ranged 27-28 °C, pH 7.0-7.4, dissolved oxygen 5-6.1 ppm and ammonia 0.1073-0.1793 ppm. Water quality of rearing media was optimum to support the growth of goldfish. The result of this research is expected to accelerate the growth process of the goldfish larvae with the best survival rate.

Keywords: thyroxine hormone, rGH hormone, goldfish.

Pendahuluan

Ikan hias cukup dikenal oleh masyarakat sebagai hiasan akuarium. Perkembangan ikan

hias di Indonesia mengalami kemajuan terus meningkat. Ikan hias air tawar saat ini tidak hanya diminati oleh pasar lokal, tetapi juga telah memasuki pasar ekspor. Dengan demikian peluang ikan hias air tawar sebagai sumber devisa

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: erlangga@unimal.ac.id

negara semakin terbuka lebar. Salah satu ikan hias yang memiliki harga jual tinggi berdasarkan permintaan pasar dari pembudidaya lokal yang dijual secara daring pada tahun 2017 dengan harga jual Rp. 50.000 dengan ukuran 3-5 cm adalah ikan maskoki (*Carassius auratus*) jenis oranda. Asal ikan ini dari daratan Tiongkok yang kemudian masuk ke Indonesia sebagai ikan hias.

Untuk meningkatkan ketersediaan ikan maskoki di pasar, salah satu teknik kultivasi budi daya yang bisa dikembangkan yaitu dengan cara mempercepat masa pertumbuhan larva ikan menjadi benih dan ikan dewasa. Untuk mempercepat pertumbuhan larva ikan salah satu tekniknya yaitu dengan penggunaan hormon, salah satunya hormon tiroksin dan hormon pertumbuhan. Menurut Zairin *et al.* (2005), hormon tiroksin dilaporkan dapat meningkatkan laju pertumbuhan ikan melalui peningkatan laju metabolisme, efisiensi pakan dan retensi protein.

Proses metabolisme dan pertumbuhan pada ikan dipengaruhi oleh faktor hormonal, di antaranya adalah hormon tiroksin dan rGH (*recombinant Growth Hormone*). Penggunaan hormon tiroksin dan hormon rGH bisa diterapkan pada ikan dengan beberapa metode, yaitu melalui oral, perendaman, dan penyuntikan (Moriyama & Kawauchi 2004, Hardianto *et al.* 2013, dan Sudrajat *et al.* 2013). Pemberian hormon pada larva dengan metode penyuntikan kurang efektif, dibandingkan metode oral dan perendaman. Metode oral dan perendaman merupakan metode yang relatif lebih mudah untuk diaplikasikan dalam budi daya

Menurut Moriyama & Kawauchi (2004), aplikasi hormon rekombinan pertumbuhan melalui pemberian pakan dan perendaman merupakan metode yang paling aplikatif untuk dite-

rapkan dalam skala besar. Aplikasi hormon rekombinan pertumbuhan melalui pakan dapat menghabiskan hormon pertumbuhan lebih banyak dibandingkan dengan metode perendaman. Dengan metode perendaman, diharapkan hormon akan masuk ke dalam tubuh ikan melalui proses difusi.

Penelitian terdahulu yang menggunakan hormon T_4 dan rGH antara lain penelitian Sudrajat *et al.* (2013). Mereka menggunakan dosis rekombinasi T_4 0,1 mg L⁻¹ dan rGH 10 mg L⁻¹ pada larva ikan patin siam dengan tingkat sintasan tertinggi yaitu 79%. Penelitian Septerisno & Khotimah (2015) mengenai pertumbuhan dan sintasan larva ikan tambakan dengan menggunakan hormon tiroksin dengan lama perendaman yang berbeda menunjukkan hasil sintasan 64,29% dengan lama perendaman 24 jam. Susanti *et al.* (2017) meneliti efektivitas hormon tiroksin terhadap pertumbuhan ikan pawas (*Osteochillus hasselti*).

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua hormon rekombinan dengan cara perendaman. Penelitian bertujuan untuk menguji pengaruh pemberian hormon tiroksin dan hormon rGH melalui metode perendaman dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan dan sintasan larva ikan mas koki.

Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2016 di Laboratorium Pembenihan dan Teknologi Budidaya Perairan, Program Studi Budidaya, Perairan Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh.

Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Rancangan pene-

litian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap non faktorial yang terdiri atas empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan perendaman larva mas koki yang digunakan adalah: A= kontrol, B= T_4 0,05 mg L⁻¹ + rGH 5 mg L⁻¹, C= T_4 0,1 mg L⁻¹ + rGH 10 mg L⁻¹, dan D = T_4 0,15 mg L⁻¹ + rGH 15 mg L⁻¹. Hormon T_4 yang digunakan adalah Euthyrox 100 µg dan hormon rGH yang digunakan adalah Mina Grow.

Penelitian ini mengacu pada penelitian Sudrajat *et al.* (2013) yang menggunakan dosis rekombinasi T_4 0,1 mg L⁻¹ dan rGH 10 mg L⁻¹ pada larva ikan patin siam dengan tingkat sintasan tertinggi yaitu 79%.

Perkembangan larva

Perkembangan larva yaitu pengamatan volume kuning telur terdiri atas beberapa tahapan yaitu pengukuran awal dilakukan sebelum perendaman dengan hormon dan setelah perendaman dengan hormon sampai kuning telur habis.

Pengamatan volume kuning telur

Volume kuning telur diamati dengan menggunakan mikroskop yang memiliki lensa 5 µm. Pengukuran volume kuning telur pada awal pengamatan dilakukan setelah 4 jam telur menetas yaitu pagi hari pukul 09.00 (jam ke - 0). Pengukuran awal dilakukan sebelum perendaman dengan hormon. Selanjutnya pengukuran kedua dilakukan saat perendaman dengan hormon pukul 21.00 (jam ke - 12), dan kemudian pengukuran seterusnya dilakukan selang waktu 12 jam sekali sampai kuning telur habis.

Penyiapan larva

Biota yang digunakan dalam penelitian ini adalah larva ikan mas koki, jenis ikan yang

digunakan yaitu *Oranda*. Ikan mas koki tersebut diperoleh dari satu pembudidaya ikan hias di Medan. Larva yang digunakan sebanyak 360 ekor yang baru menetas atau berumur 0 hari dengan kepadatan 30 ekor per wadah (akuarium dengan volume 5 liter).

Penyiapan larutan hormon T_4 dan rGH

Hormon tiroksin/*Thyrax* (*levothyroxine sodium*) berbentuk tablet diambil sesuai dengan dosis setiap perlakuan lalu dilarutkan dengan larutan infus (NaCL) sebanyak 100 ml kemudian diaduk hingga homogen. Selanjutnya larutan hormon tiroksin tersebut dimasukkan dalam media yang mengandung hormon rGH berbentuk serbuk yang sudah ditimbang berdasarkan dosis setiap perlakuan, lalu dilarutkan dalam 10 ml PbS (Timbal (II) Sulfida kemudian diaduk hingga homogen.

Perendaman dalam hormon T_4 dan rGH

Hormon T_4 dan rGH dicampurkan ke dalam wadah berkapasitas 5 liter. Larva yang baru menetas dimasukkan dengan kepadatan 30 ekor diletakkan kedalam wadah berisi hormon sesuai dengan dosis perlakuan dan direndam selama 24 jam. Pada penelitian ini lama waktu perendaman yang digunakan mengacu pada penelitian Spterisno & Khotimah (2012) yaitu lama waktu perendaman yang paling baik dalam memengaruhi tingkat sintasan larva ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) yang direndam dalam larutan hormon tiroksin adalah selama 24 jam. Setelah mengalami masa perendaman pada setiap perlakuan, ikan uji diangkat dan dipindahkan dengan menggunakan saringan kedalam wadah pemeliharaan dan dipelihara selama 45 hari.

Pemeliharaan ikan maskoki

Selama proses pemeliharaan ikan diberi pakan alami berupa kutu air (*Moina* sp.) yang diberikan setelah kuning telur habis selama tujuh hari. Setelah itu, ikan maskoki diberikan cincangan cacing sutera (*Tubifex* sp.) dan setelah berumur 15 hari ikan diberi pakan pellet halus dengan frekuensi pemberian tiga kali sehari pagi pukul 08.00, siang pukul 13.00 dan sore pukul 16.00 secara *ad libitum*.

Pemantauan kualitas air

Air merupakan parameter penunjang dalam penelitian ini. Air sebagai media hidup ikan yang dipelihara harus memenuhi persyaratan baik kualitas maupun kuantitasnya. Pemantauan parameter kualitas air dilakukan setiap tujuh hari selama penelitian. Parameter penunjang kualitas air yang dimaksud ialah suhu, pH, oksigen terlarut, dan amoniak. Masing-masing parameter tersebut diukur dengan termometer, pH meter, DO meter, dan amoniak diukur dengan menggunakan metode titrasi. Air yang akan digunakan dalam penelitian ini terlebih dahulu didiamkan selama satu hari. Setiap akuarium dilengkapi dengan aerasi untuk mensirkulasi kandungan oksigen agar dalam kisaran yang baik untuk pertumbuhan dan sintasan ikan

Parameter penelitian

Beberapa parameter yang diamati dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini adalah volume kuning telur, laju penyerapan kuning telur, laju pertumbuhan harian, dan laju sintasan.

$$V = (\pi/6) L H^2$$

Keterangan: V= volume kuning telur (mm³), L= diameter kuning telur memanjang (mm), H= diameter kuning telur memendek (mm)

$$LPK = (\ln V_0 - \ln V_t) / t \times 100$$

Keterangan: LPK= laju penyerapan kuning telur (%/jam), V₀= volume kuning telur awal periode sampling (mm³), V_t= volume kuning telur akhir periode sampling (mm³), t= periode sampling (jam)

$$\alpha = \left\{ \sqrt{\frac{W_t}{W_0}} - 1 \right\} \times 100$$

Keterangan: α= laju pertumbuhan bobot harian (%/hari), W_t= bobot rata-rata ikan akhir penelitian (gram), W₀= bobot rata-rata ikan awal penelitian (gram), t= lama pemeliharaan selama penelitian

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

Keterangan: SR= laju sintasan (%), N_t= jumlah ikan hidup pada akhir penelitian (ekor), N₀= jumlah ikan hidup pada awal penelitian (ekor)

Analisis data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan piranti lunak *Statistical Package for Sosial Science* (SPSS) versi 16.0.

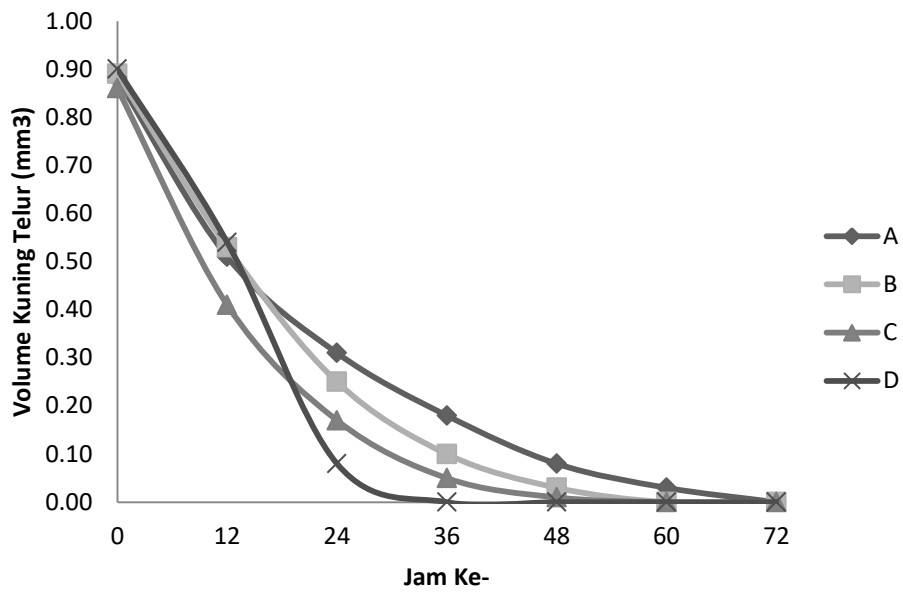
Hasil

Perkembangan larva ikan

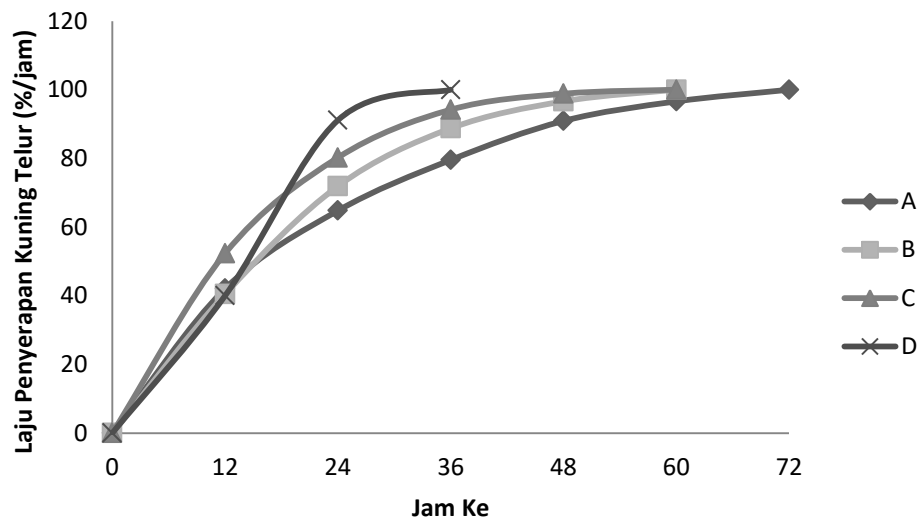
Perkembangan larva ikan diamati dengan mencatat penurunan volume kuning telur. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terjadi penurunan volume kuning telur per periode sampling dan peningkatan laju penyerapan kuning telur larva pada setiap perlakuan. Rata-rata penurunan volume kuning telur ikan mas koki pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 1 dan laju penyerapan kuning telur pada Gambar 2.

Laju pertumbuhan harian

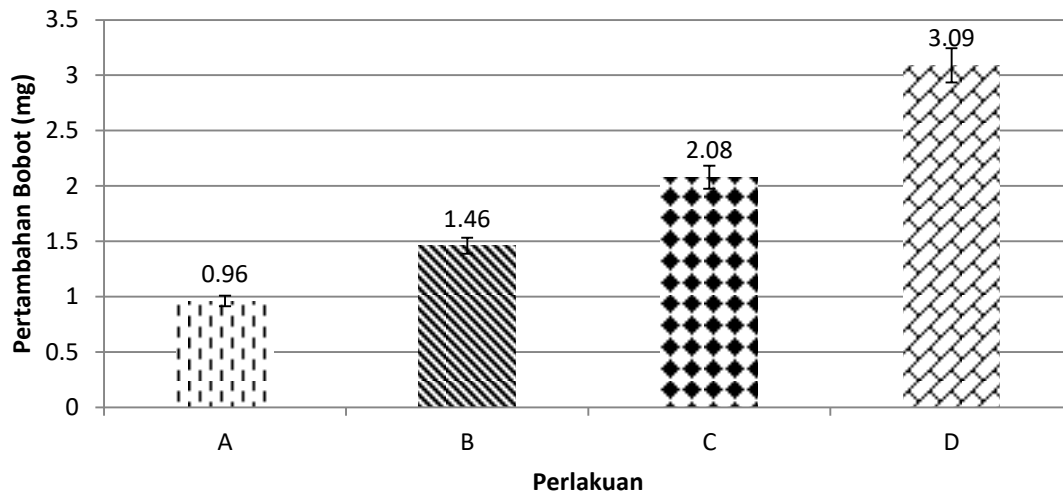
Hasil penelitian dengan pemberian re-kombinasi hormon rGH dan tiroksin menghasilkan nilai pertambahan bobot dan panjang yang terbaik dan optimal. Adapun pertambahan bobot rata-rata tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 dan pertambahan panjang dapat dilihat pada Gambar 4.



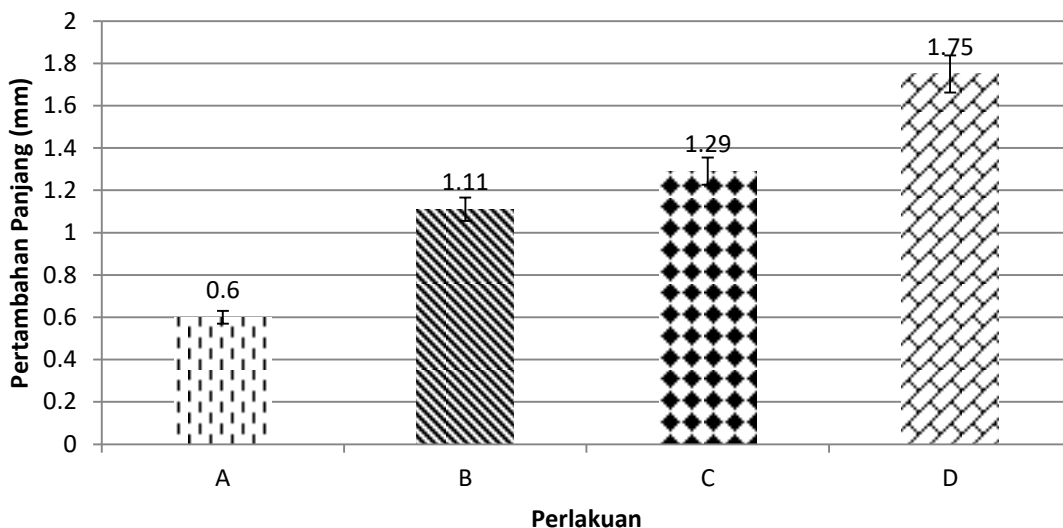
Gambar 1. Volume kuning telur ikan mas koki (*Carassius auratus*) (A= kontrol, B= T_4 0,05 mg L^{-1} + rGH 5 mg L^{-1} , C= T_4 0,1 mg L^{-1} + rGH 10 mg L^{-1} , D = T_4 0,15 mg L^{-1} + rGH 15 mg L^{-1})



Gambar 2. Laju penyerapan kuning telur ikan mas koki (*Carassius auratus*) (A= kontrol, B= T_4 0,05 mg L^{-1} + rGH 5 mg L^{-1} , C= T_4 0,1 mg L^{-1} + rGH 10 mg L^{-1} , D = T_4 0,15 mg L^{-1} + rGH 15 mg L^{-1})



Gambar 3. Pertumbuhan bobot ikan maskoki (A= kontrol, B= T_4 0,05 mg L^{-1} + rGH 5 mg L^{-1} , C= T_4 0,1 mg L^{-1} + rGH 10 mg L^{-1} , D = T_4 0,15 mg L^{-1} + rGH 15 mg L^{-1})



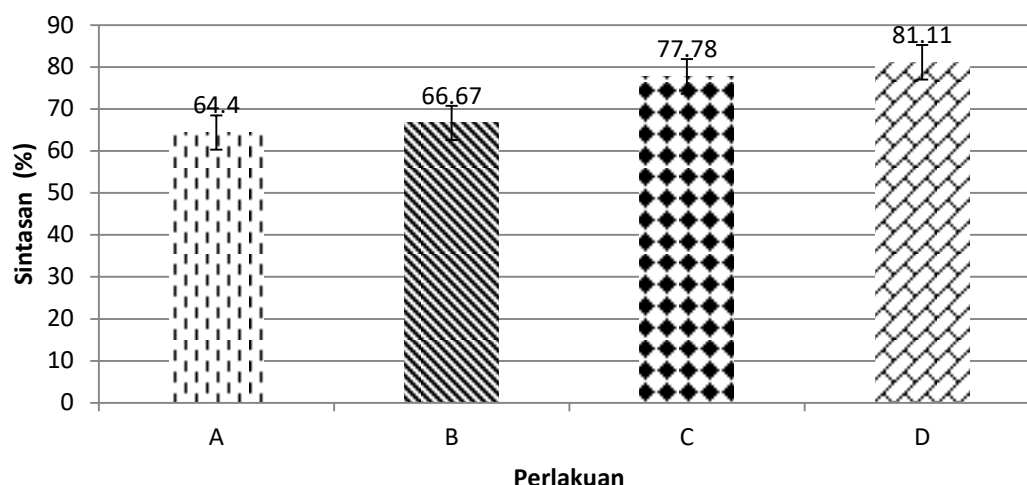
Gambar 4. Pertumbuhan panjang ikan maskoki (A= Kontrol, B= T_4 0,05 mg L^{-1} + rGH 5 mg L^{-1} , C= T_4 0,1 mg L^{-1} + rGH 10 mg L^{-1} , D = T_4 0,15 mg L^{-1} + rGH 15 mg L^{-1})

Sintasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan maskoki yang diberi perlakuan perendaman dengan rekombinasi hormon tiroksin dan hormon rGH dengan dosis yang berbeda berpengaruh nyata terhadap sintasan ikan maskoki. Rata-rata nilai sintasan ikan maskoki dapat dilihat pada Gambar 5.

Kualitas air

Parameter kualitas air selama masa pemeliharaan larva ikan mas koki menunjukkan kisaran normal. Kisaran rata-rata kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 5. Laju sintasan (SR) ikan maskoki(A= Kontrol, B= T_4 0,05 mg L^{-1} + rGH 5 mg L^{-1} , C= T_4 0,1 mg L^{-1} + rGH 10 mg L^{-1} , D = T_4 0,15 mg L^{-1} + rGH 15 mg L^{-1})

Tabel 1. Kisaran parameter kualitas air selama penelitian

Parameter yang diamati	Kisaran
Suhu ⁰ C	27 – 28
pH	7 - 7,4
Oksigen terlarut (mg L^{-1})	5 - 6,1
Amonia (mg L^{-1})	0,1073-0,1793

Pembahasan

Perkembangan larva ikan

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa perlakuan perendaman hormon berpengaruh terhadap penurunan volume kuning telur. Rata-rata penurunan volume kuning telur terjadi pada jam ke- 12. Penurunan volume kuning telur tercepat terdapat pada perlakuan D dengan masa habis kuning telur pada jam ke 36. Hal ini diduga pengaruh dari rekombinasi hormon tiroksin dan rGH yang diberikan pada larva ikan maskoki dalam dosis yang optimum, sehingga laju metabolismenya tinggi maka ikan bergerak aktif. Hal ini terkait dengan laju metabolisme yang tinggi yang menyebabkan konsumsi energi cepat diserap. Zairin *et al.*(2005) menyatakan bahwa kon-

sentration tiroksin yang tinggi pada darah menyebabkan kecepatan pembentukan dan kerusakan sel hampir sama sehingga penambahan sel baik jumlah maupun ukuran relatif tidak ada. Selain itu, kerja hormon tiroid diduga lebih anabolik pada dosis optimum, sebaliknya akan lebih bersifat katabolik jika melebihi konsentrasi optimum.

Kuning telur merupakan sumber energi utama bagi larva, sebelum ia memperoleh makanan dari luar. Energi dari kuning telur ini digunakan untuk pembentukan dan penyempurnaan organ-organ tubuh (metamorfosis) larva. Hasil penelitian tidak mengamati perkembangan secara anatomi larva ikan mas koki hanya berdasarkan nilai pertumbuhan bobot dan panjang

ikan. Aktivitas metabolisme yang tinggi memerlukan energi yang besar sehingga laju penyerapan kuning telur menjadi lebih cepat. Perlakuan D diikuti oleh perlakuan C dan B yaitu pada jam ke 60 dan yang terakhir masa habis kuning telur terdapat pada perlakuan A yaitu pada jam ke 72. Dengan demikian, perlakuan gabungan antara hormon tiroksin dan rGH berpengaruh terhadap penurunan volume kuning telur ikan maskoki. Hal ini sesuai dengan pendapat Pebriyanti *et al.* (2015) menyatakan laju penyerapan kuning telur tertinggi diakibatkan oleh kandungan tiroksin yang optimal di dalam tubuh, yang dapat mengakibatkan metabolisme juga meningkat.

Seperti ditunjukkan pada Gambar 2 bahwa laju penyerapan kuning telur tercepat yaitu terdapat pada perlakuan D pada jam ke 36 kuning telur telah terserap habis 100%, diikuti perlakuan C. Peningkatan ini terjadi seiring dengan bertambahnya aktivitas yang dilakukan ikan, pada saat tersebut ikan maskoki sudah mulai berenang aktif sehingga energi yang dibutuhkan untuk aktivitas tubuh meningkat dan penggunaan kuning telur sebagai sumber energi menjadi tinggi. Fungsi T4 telah dibuktikan pada beberapa ikan air tawar bahwa T4 dapat memacu pertumbuhan, perkembangan dan penyerapan telur pada masa larva. Sudrajat *et al.* (2013) berpendapat bahwa hormon tiroksin dapat memacu perkembangan proses pembentukan organ pada larva ikan sehingga volume kuning telur lebih banyak terserap.

Laju pertumbuhan harian

Hasil penelitian menunjukkan terjadi pertambahan bobot dan panjang ikan maskoki dari perlakuan yang diberi kombinasi hormon tiroksin dan rGH dibandingkan dengan perla-

kuan kontrol (Gambar 3 dan 4). Rata-rata bobot dan panjang ikan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya hari pengamatan. Bobot dan panjang rata-rata ikan meningkat secara signifikan. Bobot dan panjang ikan tertinggi terdapat pada perlakuan D yaitu 3,09 mg dan 1,75 mm, disusul perlakuan C yaitu sebesar 2,08 mg dan 1,29 mm, diikuti perlakuan B yaitu sebesar 1,46 mg dan 1,11 mm, dan terakhir perlakuan A yang merupakan pertambahan bobot dan panjang terendah sebesar 0,96 mg dan 0,6 mm. Hal ini menunjukkan bahwa jangka waktu pemberian hormon dan dosis hormon dengan metode perendaman juga menentukan peningkatan pertumbuhan ikan. Dalam penelitian ini semakin tinggi dosis pemberian rekombinasi hormon tiroksin dan hormon rGH tersebut maka semakin meningkatkan pertumbuhan ikan.

Menurut Tong *et al.* (2017), hormon tiroid diperlukan untuk proses metamorfosis ikan teleostei. Peningkatan konsentrasi hormon juga dapat meningkatkan derajat penetasan telur. Pada banyak ikan tawar, hormon (THs) termasuk triiodothyronine (T3) dan tiroksin (T4) dan kortisol dicampurkan pada telur sebelum menetas akan memainkan peran penting selama proses embriogenesis dan organogenesis.

Di dalam sel target (pankreas), T4 mengalami deiodinasi dalam darah dan hormon ini ditransformasi menjadi T3 (L-3,5,3'-triiodothyronine). Transformasi ke bentuk T3 berlangsung di dalam membran plasma dan retikulum endoplasma. Setelah transformasi berlangsung maka T3 migrasi ke inti sel dan melakukan interaksi dengan reseptor yang terdapat pada inti yang dapat meningkatkan aktivitas enzim polimerase.

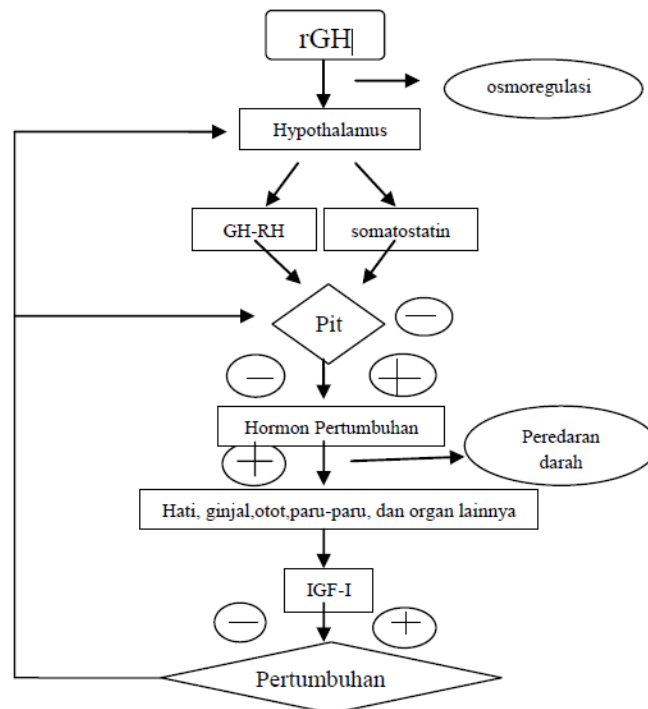
Konsentrasi hormon tiroksin mengontrol produksi insulin. Jika konsentrasi hormon tiroksin meningkat maka pemecahan insulin mening-

kat sehingga menyebabkan produksi insulin oleh pankreas juga meningkat. Pada pemberian hormon tiroksin dengan kadar besar dan dalam waktu lama dan terus menerus menyebabkan pankreas harus memproduksi insulin yang terus menerus. Jika tidak terjadi keseimbangan, akan terjadi peningkatan konsentrasi hormon tiroksin dalam darah sehingga meningkatkan deiodinasi yang akan berpengaruh pada peningkatan sekresi hormon triiodotironin. Pada beberapa jaringan, peningkatan deiodinasi ini dapat menyebabkan pengaruh yang berlawanan (Zairin *et al.* 2015)

Efek dari T3, di samping pada pertumbuhan, juga mampu bekerjasama dengan hormon-hormon lain, misalnya dengan kortisol untuk merangsang pembentukan hormon tumbuh melalui mRNA (Messenger-RNA) yang terdapat dalam hipotalamus, sehingga pembentukan mRNA akan meningkat pula. Dengan meningkatnya sintesis mRNA, maka sintesis protein

juga meningkat, sehingga dapat digunakan untuk tumbuh dan berkembang.

Perendaman rGH yang diberikan kepada ikan bekerja secara osmoregulasi. rGH masuk melalui insang, kemudian rGH bergerak menuju ke bagian hypothalamus. Pengeluaran hormon pertumbuhan juga dirangsang oleh hormon pelepas hormon pertumbuhan yang diproduksi oleh hypothalamus yaitu *Growth Hormone Releasing Hormone* (GH-RH) dan somatostatin kemudian diangkut ke kelenjar pituitari selanjutnya disebarkan melalui pembuluh darah. Hormon yang masuk pada ikan kemudian dialirkan melalui peredaran darah, dan diserap oleh organ target, seperti hati, ginjal, dan organ lainnya, selanjutnya pertumbuhan dimediasi atau melibatkan IGF-1 dalam hati kemudian memengaruhi pertumbuhan (Affandi & Tang 2002). Secara jelas skema rGH dan regulasi endokrin terhadap pertumbuhan diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Skema masuknya rGH dan regulasi endokrin terhadap pertumbuhan (Moriyama *et al.* 2000)

Sintasan

Lama waktu perendaman juga memengaruhi pertumbuhan dan sintasan ikan. Pada Gambar 5 terlihat bahwa pemberian rekombinasi hormon tiroksin dan hormon rGH memberikan pengaruh terhadap sintasan ikan maskoki. Sintasan tertinggi terdapat pada perlakuan D yaitu dengan persentase sintasan 81%, diikuti perlakuan C 78%, perlakuan B dengan persentase 67%, dan terakhir perlakuan A dengan persentase 64,4 %. Pada penelitian ini, semakin tinggi konsentrasi hormon maka semakin baik sintasan larva ikan mas koki. Dosis yang digunakan efektif sehingga hormon bekerja aktif dalam meningkatkan metabolisme ikan. Penelitian Sudrajat *et al* (2013) menyatakan bahwa perlakuan dengan hormon tiroksin memiliki tingkat sintasan yang paling tinggi karena adanya penyerapan kuning telur yang optimum sehingga perkembangan pada organ tubuh ikan berjalan baik.

Kualitas air

Kisaran suhu rata-rata keseluruhan berkisar 27-28°C. Suhu ini masih dalam kisaran yang sesuai untuk kehidupan dan pertumbuhan ikan maskoki. Kriteria air yang baik untuk budidaya ikan mas koki adalah 22-30°C (tropis) atau idealnya 27-30°C (Manurung *et al.* 2017).

Tingkat keasaman (pH) yang terukur selama pemeliharaan berkisar antara 7-7,4. Nilai pH selama penelitian cenderung netral dan baik untuk pertumbuhan ikan. Menurut Manurung *et al.* (2017) nilai pH 7-7,5 masih dikatakan baik dan optimal untuk sintasan ikan mas koki.

Nilai oksigen terlarut dalam air yang diperoleh selama penelitian berkisar 5-6,1 mg L⁻¹. Menurut Salmin (2005), kandungan oksigen

terlarut minimal adalah 2 ppm dalam keadaan normal dan tidak tercemar oleh senyawa beracun.

Amonia merupakan gas buangan terlarut hasil metabolisme ikan oleh perombakan protein, baik dari kotoran ikan sendiri maupun sisa pakan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama 45 hari pemeliharaan, dapat dilihat parameter amonia menunjukkan hasil yang berbeda pada setiap perlakuan. Kadar amonia semakin lama pemeliharaan semakin meningkat, hal ini dikarenakan sisa pakan biasanya akan membusuk sehingga kadar amonia meningkat. Kisaran amonia selama pemeliharaan berkisar antara 0,1073-0,1793 mg L⁻¹. Menurut Sholichin *et al.* (2012), kandungan amoniak yang tidak membahayakan kehidupan ikan mas koki yang dibudidaya adalah < 1 mg L⁻¹

Simpulan

Penggunaan rekombinasi hormon tiroksin dan hormon rGH berpengaruh sangat nyata terhadap penambahan bobot, panjang, dan sintasan larva ikan maskoki (*Carassius auratus auratus*). Dosis yang digunakan efektif sehingga hormon bekerja aktif dalam meningkatkan metabolisme ikan yaitu dosis T₄ 0,15 dan rGH 15 mg L⁻¹

Daftar pustaka

- Affandi R, Tang MU. 2002. *Fisiologi Hewan Air*. Unri Press. Pekanbaru 213 hlm
- Hardianto D, Alimuddin, Prasetyo AE, Yanti DH, Sumantadinata K. 2013. Performa benih ikan nila diberi pakan mengandung hormon pertumbuhan rekombinan ikan mas dengan dosis berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(1): 17-22.
- Manurung S, Basuki F, Desrina. 2017. Pengaruh lama perendaman hormon tiroksin terhadap daya tetas telur, pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan mas koki

- (*Carassius auratus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(4): 202-211.
- Moriyama S, Ayson FG, Kawauchi H. 2000. Growth regulation by insuline-like growth factor-i in fish. *Biosciences, Biotechnology, and Biochemical*, 64(8): 1553-1562
- Moriyama S, Kawauchi H. 2004. Somatic acceleration of juvenile abalone (*Haliotis discus hannai*) by immersion in and intramuscular injection of recombinant salmon growth hormone. *Aquaculture*, 229(1-4): 469-478.
- Pebriyanti M, Muslim, Yulisman. 2015. Pertumbuhan larva ikan betok (*Anabas testudineus*) yang direndam dalam larutan hormon tiroksin dengan konsentrasi dan lama waktu perendaman yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 3(1): 46-57.
- Salmin. 2005. Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Oseana*. 3(3): 21-26
- Septerisno A, Khotimah H. 2015. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva tambakang (*Helostoma temmincki*) direndam dalam hormon tiroksin dengan lama perendaman berbeda. *Fisheries*, 4(1): 7-12.
- Sholichin L, Haetami K, Suherman H. 2012. Pengaruh penembahan tepung rebon pada pakan buatan terhadap nilai chroma ikan mas koki (*Carassius auratus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(4): 185-190.
- Sudrajat AO, Muttaqin M, Alimuddin. 2013. Efektivitas perendaman didalam hormon tiroksin dan hormon pertumbuhan rekombinan terhadap perkembangan awal serta pertumbuhan larva ikan patin siam. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 12(1): 33-42
- Susanti NM, Sukendi, Syafridi. 2017. Efektivitas pemberian hormon tiroksin (T4) terhadap pertumbuhan ikan pawes (*Osteochillus hasselti* CV). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 21(2): 26-31.
- Tong X, Yang X, Bao C, Tang X, Wang J, Zhou E, Tang M. 2017. Ontogeny of the digestive enzymes, thyroid hormones and cortisol in developing embryos and yolk-sac larvae of turbot (*Scophthalmus maximus* L). *Aquaculture*, 479: 704-711.
- Zairin M. Jr., Pahlawan RG, Raswin M. 2005. Pengaruh pemberian hormon tiroksin secara oral terhadap pertumbuhan dan sintasan ikan plati koral (*Xiphoporus maculatus*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 4(1): 31-35

Penentuan tingkat ploidi pada poliploid patin siam *Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878 hasil manipulasi genetik berdasarkan jumlah nukleolus per sel

[Ploidy level determination in genetically modified polyploid striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878 based on the number of nucleoli per cell]

Muhammad Sami Daryanto¹, Odang Carman², Dinar Tri Soelistyowati², Rahman²

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

²Departemen Budidaya Perairan, FPIK-IPB
Jl. Agatis, Kampus IPB, Dramaga, Bogor 16680

Diterima: 9 September 2018; Disetujui: 26 Desember 2018

Abstrak

Penentuan variasi jumlah maksimum nukleolus per sel pada individu diploid dan tetraploid patin siam *Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878 dilakukan dalam upaya verifikasi ketepatan penghitungan nukleolus sebagai metode tidak langsung dalam identifikasi ikan poliploid. Penelitian ini bertujuan menentukan tingkat ploidi ikan patin siam berdasarkan jumlah maksimum nukleolus per sel. Diploid patin siam dihasilkan melalui fertilisasi buatan antara telur dan sperma tanpa kejutan suhu sedangkan tetraploid patin siam dihasilkan melalui fertilisasi antara telur dan sperma serta di induksi menggunakan kejutan suhu 4°C dengan durasi kejutan 25 menit pada umur zigot 28 menit setelah fertilisasi sesaat sebelum mitosis I. Persentase penetasan kelompok perlakuan diploid 81,35±0,73% dan kelompok perlakuan tetraploid 3,39±1,78%. Sintasan kelompok perlakuan diploid 88,67±5,25% dan kelompok tetraploid 83,33±5,73% selama 15 hari pemeliharaan. Frekuensi satu, dua, tiga dan empat nukleoli per sel dihitung berdasarkan pengamatan 450-550 sel setiap individu yang diamati. Sel individu diploid memiliki satu dan maksimum dua nukleoli per sel, sedangkan individu tetraploid memiliki satu, dua, tiga, dan maksimum empat nukleoli per sel. Anomali muncul melalui pewarnaan perak nitrat pada jumlah maksimum tiga nukleoli per sel menunjukkan individu tersebut tetraploid yang diverifikasi menggunakan metode penghitungan kromosom. Penentuan ploidi pada ikan patin siam menggunakan penghitungan jumlah nukleolus per sel memiliki potensi dalam identifikasi secara cepat.

Kata penting: nukleolus, patin siam, poliploid, tingkat ploidi.

Abstract

The variation in the maximum number of nucleoli per cell in diploid and tetraploid striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878 in attempts to verify the validity of nucleoli counting as an indirect method for polyploidy identification in fish. The aim of this research was to determine ploidy level of striped catfish based on the maximum number of nucleoli per cell. The diploid striped catfish was produced by fertilizing eggs without thermal-shock and tetraploid fish was obtained by fertilizing eggs and applying thermal-shock induction with 4°C for 25 minutes at zygotic age 28 minutes after fertilization prior to the first cleavage stage of zygote. The hatching rate of diploid group and tetraploid group were 81.35±0.73% and 3.39±1.78% and survival rate during the 15 days rearing were 88.67±5.25% and 83.33±5.73%, respectively. The frequency of one, two, three, and four nucleoli per cell were counted based on each sample observation of 450-550 cells. Cell of individual diploid had one nucleoli and maximum two nucleoli per cell, while tetraploid had one, two, three, and maximum four nucleoli per cell. Anomaly in the silver-stained appearance at the maximum number of three nucleoli per cell indicated tetraploid individuals as verified by chromosome counting method. Ploidy level determination of striped catfish using the number of nucleoli per cell has a potential for rapid identification.

Keywords: ploidy level, polyploidy, striped catfish, nucleoli

Pendahuluan

Manipulasi set kromosom, salah satunya poliploidisasi merupakan teknik rekayasa genetik yang terbukti efektif dan penerapannya se-

derhana dalam memperbaiki mutu genetik ikan patin siam. Metode poliploidisasi telah umum dilakukan dalam berbagai percobaan bidang akuakultur tetapi tidak menjamin 100% individu poliploid terbentuk sehingga memerlukan metode yang sederhana, cepat, dan akurat untuk pe-

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: samidaryanto@gmail.com

mentuan tingkat ploidi. Namun metode yang dapat diandalkan untuk mengidentifikasi poliploid dengan cepat masih belum tersedia. Kombinasi beberapa teknik sederhana seperti penghitungan kromosom dan penghitungan jumlah nukleolus dapat membantu dalam kecepatan, ketepatan, mudah dan relatif lebih murah serta dapat diandalkan dalam manipulasi genom (Pradeep *et al.* 2014). Beberapa metode yang telah diterapkan dalam penentuan tingkat ploidi antara lain: *karyotyping* atau penghitungan jumlah kromosom, penghitungan jumlah nukleolus, pengukuran inti sel darah merah, penghitungan ukuran inti sel, penentuan kandungan DNA menggunakan *flow cytometry* dan mikrosatelit (Bai *et al.* 2011). Salah satu metode termudah dan tercepat dalam penentuan tingkat ploidi yakni penentuan jumlah kandungan DNA menggunakan *flow cytometry* dan mikrosatelit, tetapi memiliki kelemahan yakni membutuhkan biaya peralatan yang besar (Mukti 2017). Walaupun pengukuran inti sel darah merah banyak digunakan seperti yang dilaporkan Caterina *et al.* (2014), masih memiliki kelemahan yakni ukuran inti sel darah merah ikan triploid tidak selalu 1,5 kali lebih besar jika dibandingkan dengan diploid dan masih bergantung pada anti koagulan yang digunakan untuk mengoleksi sampel darah sehingga membutuhkan waktu dalam persiapan sampel dan pembuatan preparat. Alternatif lain dalam penentuan tingkat ploidi yakni penghitungan jumlah kromosom yang merupakan metode langsung dan paling akurat dalam identifikasi tingkat ploidi karena mencerminkan set kromosom. Metode ini diyakini membutuhkan waktu yang lebih lama, biaya yang relatif mahal, dan tingkat keahlian tinggi yang menentukan keberhasilannya (kelembaban, ketinggian penetesan suspensi, dan teknik dalam pengeringan preparat) se-

hingga tidak praktis dalam penelitian lapangan (Kim *et al.* 2017).

Berdasarkan metode-metode di atas, penghitungan jumlah nukleolus pada sel tubuh merupakan metode tidak langsung dalam identifikasi tingkat ploidi secara efektif dan efisien. Jumlah nukleolus meningkat pada beberapa kondisi fisiologis (sebagai contoh pertumbuhan oosit) tanpa diiringi peningkatan set kromosom (Carman *et al.* 1992). Pada *interfase* sel somatik, terdapat hubungan antara jumlah nukleolus yang terlihat dengan jumlah set kromosom. Sel tumbuhan atau hewan biasanya memiliki jumlah nukleolus yang tetap sehingga tingkat ploidi berbagai spesies tersebut dapat dengan mudah diperkirakan dengan menghitung jumlah nukleolusnya. Hubungan antara jumlah nukleolus dan jumlah set kromosom telah digunakan pada berbagai spesies ikan seperti *Oreochromis niloticus* (Mukti 2016), *Rhodeus uyeckii* (Gill *et al.* 2016), dan *Salvelinus fontinalis* (Jewsiewicka *et al.* 2015). Visualisasi nukleolus menggunakan pewarnaan perak nitrat sangat mudah diterapkan karena dapat digunakan pada ikan berumur muda, menggunakan berbagai jaringan spesimen tubuh dalam jumlah sedikit, dan dapat menentukan jumlah maksimum nukleolus per sel.

Pada penelitian ini, dilakukan penentuan tingkat ploidi ikan patin siam menggunakan penghitungan jumlah maksimum nukleolus per sel yang diverifikasi dengan menggunakan penghitungan jumlah kromosom. Penelitian ini bertujuan menentukan tingkat ploidi ikan patin siam berdasarkan jumlah maksimum nukleolus per sel.

Bahan dan metode

Waktu dan tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari hingga Juli 2018 di Kantor Cabang Dinas Kelautan dan Perikanan Wilayah Utara (CDKPWU), Instalasi Cijengkol, Kabupaten Subang. Analisis tingkat ploidi dilakukan di Laboratorium Reproduksi dan Genetika Organisme Akuatik, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Pemijahan

Pemijahan dilakukan menggunakan teknik perangsangan hormonal dengan dua kali penyuntikan pada induk betina dan satu kali pada induk jantan. Proses pemijahan dilakukan melalui penyuntikan hormon *Human Chorionic Gonadotropin* (hCG) (Pregnyl®) dan hormon sGnRHa+Domperidone (Ovaprim®). Induk betina yang digunakan berumur 2-3 tahun dengan berat 3-5 kg ekor⁻¹ dan induk jantan berumur 1,5-2 tahun dengan berat 1,5-2 kg ekor⁻¹. Penyuntikan pertama pada induk betina menggunakan hormon hCG dengan dosis 500 IU kg⁻¹ induk, 24 jam berikutnya dilakukan penyuntikan kedua menggunakan Ovaprim dengan dosis 0,6 mL kg⁻¹ induk. Bersamaan dengan penyuntikan kedua pada induk betina, dilakukan penyuntikan induk jantan menggunakan Ovaprim dengan dosis 0,3 mL kg⁻¹. Setelah 8-10 jam dilakukan pengurutan (*stripping*) pada bagian abdominal.

Produksi ikan diploid dan tetraploid

Telur dan sperma yang telah difertilisasi dicuci menggunakan suspensi tanah untuk menghilangkan daya rekat telur. Telur yang digunakan berjumlah 5000 butir setiap kelompok. Produksi ikan diploid dihasilkan melalui fertilisasi telur dan sperma tanpa diberi induksi kejutan suhu. Ikan tetraploid diproduksi melalui fertilisasi antara telur dan sperma dan diberi

kejutan suhu dingin pada umur zigot 28 menit setelah fertilisasi dengan cara merendam zigot menggunakan wadah peletakan zigot ke dalam styrofoam berisi air bersuhu 4°C dengan lama waktu kejutan selama 25 menit. Zigot diploid dan tetraploid selanjutnya dipindahkan ke dalam akuarium inkubasi pada suhu air 29-30°C dan menetas setelah 20-24 jam. Sesaat setelah menetas dilakukan penghitungan persentase penetasan dengan menghitung jumlah telur yang menetas per telur yang terbuahi.

Pemeliharaan yuwana

Pemeliharaan yuwana dilakukan selama 15 hari dalam wadah bervolume 25 L dengan kepadatan yuwana berjumlah 50 ekor per wadah. Yuwana diberi pakan naupli artemia 30-36 jam setelah menetas, selama empat hari dengan frekuensi pemberian tiga jam sekali. Yuwana berumur 5-15 hari diberi pakan cacing sutera yang telah dicincang halus dan dicuci bersih dengan waktu pemberian lima jam sekali. Yuwana berumur di atas 15 hari diberi pakan ikan komersial berupa tepung (Feng Li®) dengan komposisi 40% protein, 5% lemak, 2% serat kasar, 13% abu, 11% kadar air, frekuensi pemberian tiga kali sehari. Penggantian air dilakukan pada hari ke lima setelah yuwana menetas sebanyak 30% dari total volume air. Setelah itu penggantian air dilakukan sebanyak 50% dari volume total. Pada hari ke 15 pemeliharaan dilakukan penghitungan tingkat sintasan yuwana dengan menghitung jumlah yuwana yang hidup per jumlah yuwana yang ditebar.

Pembuatan preparat nukleolus dan kromosom

Preparasi nukleolus dilakukan dengan memfiksasi sampel yuwana berumur tujuh hari menggunakan larutan Carnoy (1 Asam Asetat :

3 Etanol) selama 60 menit dengan penggantian larutan baru setiap 30 menit. Sampel dapat langsung diproses atau disimpan di lemari pendingin bersuhu 4°C selama beberapa minggu. Sampel didisosiasi dengan menambahkan tiga tetes Asam Asetat konsentrasi 50% pada gelas objek cekung selama 6-10 detik. Selanjutnya dengan menggunakan mikropipet (ukuran tip 200 µL), suspensi sel yang terbentuk dihisap dan dipindahkan ke gelas objek yang diletakkan pada *hot plate* hangat (suhu 45-55°C). Suspensi sel yang berada di gelas objek tersebut dihisap kembali dengan cepat menggunakan mikropipet sehingga membentuk lingkaran berdiameter 1-1,5 cm pada gelas objek. Selanjutnya setelah preparat kering, preparat nukleolus diwarnai menggunakan perak nitrat dengan cara menambahkan dua tetes Larutan A (10 g AgNO₃ dilarutkan dalam 20 ml Akuades) dan satu tetes larutan B (2 g Gelatin dilarutkan dalam 50 ml air kemudian ditambahkan 50 ml Gliserin, setiap 10 ml larutan campuran Gelatin+air+Gliserin ditambah dua tetes Asam Formiat). Preparat kemudian ditempatkan dalam kotak pewarnaan bersuhu 40-45°C selama 20 menit hingga berubah warna menjadi kuning kecokelatan. Preparat nukleolus dibilas dengan Akuades dan dikering-anginkan selanjutnya diamati di bawah mikroskop (Olympus CX41) pada pembesaran 400x menurut metode Howell & Black (1980) dengan beberapa modifikasi (*hot plate* bersuhu 70°C; Larutan A (4 g AgNO₃ dilarutkan dalam 8 ml Akuades); Larutan B (2 g Gelatin dilarutkan dalam 100 ml air tanpa penambahan Gliserin, setiap 10 ml larutan campuran Gelatin+air ditambah satu tetes Asam Formiat)). Penghitungan nukleolus dilakukan dengan menghitung 450-550 sel pada setiap sampel. Penentuan tingkat ploidi dilakukan

dengan cara menghitung jumlah maksimum satu, dua, tiga dan empat nukleoli per sel.

Preparasi kromosom menggunakan metode Kligerman & Bloom (1977) dengan beberapa modifikasi (0,005–0,01% w/v Kolkisin; Giemsa 4%). Preparasi kromosom teknik jaringan padat ini, diawali dengan perendaman yuwana menggunakan larutan Kolkisin 0,07 % w/v (70 mg Kolkisin dalam satu liter air pemeliharaan) selama enam hingga sembilan jam dan diaerasi dengan baik. Kemudian yuwana direndam dalam larutan KCl 0,075 M (5,6 g KCl dalam satu liter akuades) selama 60 menit dengan penggantian larutan baru setiap 30 menit. Yuwana tersebut difiksasi dengan larutan *Carnoy* selama 60 menit dengan penggantian larutan baru setiap 30 menit. Pembuatan preparat kromosom dilakukan dengan mendisosiasi sampel dan menambahkan tiga tetes Asam Asetat konsentrasi 50% pada gelas objek cekung selama 6-10 detik. Selanjutnya dengan menggunakan mikropipet (ukuran tip 200 µL), suspensi sel yang terbentuk dihisap dan dipindahkan ke gelas objek yang diletakkan pada *hot plate* hangat (suhu 45-55°C). Suspensi sel yang berada di gelas objek tersebut dihisap kembali dengan cepat menggunakan mikropipet sehingga membentuk lingkaran berdiameter 1-1,5 cm pada gelas objek dan dilanjutkan dengan pewarnaan menggunakan *Giemsa* 10% selama 20 menit. Setelah itu preparat kromosom dibilas dan dikering-anginkan selanjutnya diamati di bawah mikroskop (Olympus CX41) pada pembesaran 1000x. Penentuan tingkat ploidi dilakukan dengan cara menghitung jumlah kromosom (contoh: 59, 60, 61 kromosom) dalam setiap lingkaran preparat kromosom yang paling banyak ditemukan pada setiap individu yuwana.

Analisis statistik

Persentase penetasan dan tingkat sintasan dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) dan bila terdapat pengaruh perlakuan dilakukan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* pada taraf kepercayaan 95%. Uji statistik menggunakan perangkat lunak SPSS versi 22.0.

Hasil

Persentase penetasan ikan diploid (tanpa perlakuan kejutan suhu) adalah $81,35 \pm 0,73\%$ sedangkan ikan tetraploid (dengan perlakuan kejutan suhu) adalah $3,39 \pm 1,78\%$. Persentase penetasan ikan tetraploid lebih rendah 24 kali lipat jika dibandingkan dengan ikan diploid. Tingkat sintasan setiap kelompok adalah 88,67% untuk diploid sedangkan tetraploid

83,33% setelah pemeliharaan selama 15 hari (Tabel 1).

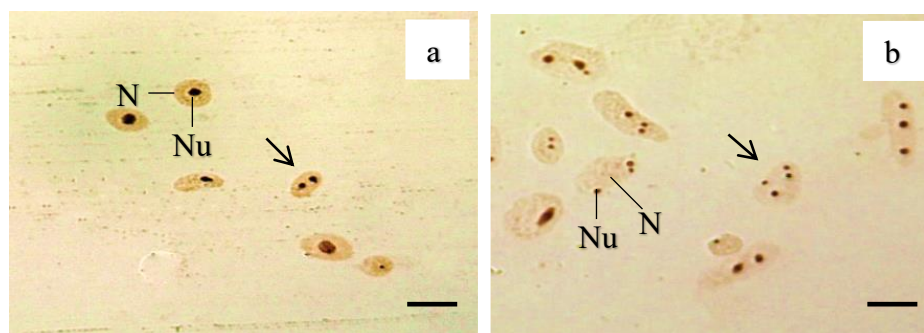
Persentase penetasan dan sintasan yang dihasilkan berbeda antara ikan diploid dengan tetraploid. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa nilai persentase penetasan antara ikan diploid dan tetraploid terdapat perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Analisis sidik ragam pada tingkat sintasan menunjukkan kelompok ikan diploid dan tetraploid tidak berbeda secara nyata ($P > 0,05$).

Perbedaan antara jumlah maksimum nukleolus per sel individu diploid dengan individu tetraploid dapat dilihat pada Gambar 1. Pengamatan nukleolus menunjukkan perbedaan warna antara nukleus dan nukleolus. Nukleus terlihat berwarna coklat sedangkan nukleolus berwarna hitam.

Tabel 1. Persentase penetasan dan tingkat sintasan kelompok diploid dan tetraploid patin siam

Kelompok	Persentase penetasan (%)	Tingkat sintasan (%)
Diploid	$81,35 \pm 0,73a$	$88,67 \pm 5,25a$
Tetraploid	$3,39 \pm 1,78b$	$83,33 \pm 5,73a$

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang tidak sama berbeda nyata antar perlakuan pada taraf uji 5% (uji selang berganda Duncan)



Gambar 1. Pewarnaan nukleolus patin siam menggunakan perak nitrat. **a** Diploid memiliki maksimum dua nukleoli per sel dan **b** tetraploid memiliki maksimum empat nukleoli per sel. **Nu**: Nukleolus; **N**: Nukleus. Tanda panah menunjukkan jumlah maksimum nukleolus. Bar = 20 μm

Identifikasi tingkat ploidi menggunakan metode penghitungan nukleolus yang diwarnai dengan perak nitrat menunjukkan frekuensi sel yang memiliki satu, dua, tiga, atau empat nukleolus disajikan pada Tabel 2. Nukleolus ikan patin siam diploid dan tetraploid memiliki variasi jumlah nukleolus dalam inti selnya. Pada penelitian ini individu diploid yang diamati memiliki jumlah nukleolus satu dan maksimum dua nukleoli per sel. Pada setiap individu diploid frekuensi sel yang ditemukan memiliki satu nukleolus per sel yakni $61,27 \pm 8,48\%$, sedangkan jumlah maksimum dua nukleoli per sel adalah $38,73 \pm 8,48\%$. Frekuensi sel dengan satu, dua, tiga atau empat nukleoli pada tetraploid patin siam dapat ditemukan dengan jumlah maksimum nukleoli per sel empat. Frekuensi sel dengan jumlah maksimum empat nukleoli per sel yang ditemukan pada setiap individu tetraploid rendah yakni $0,69 \pm 0,64\%$.

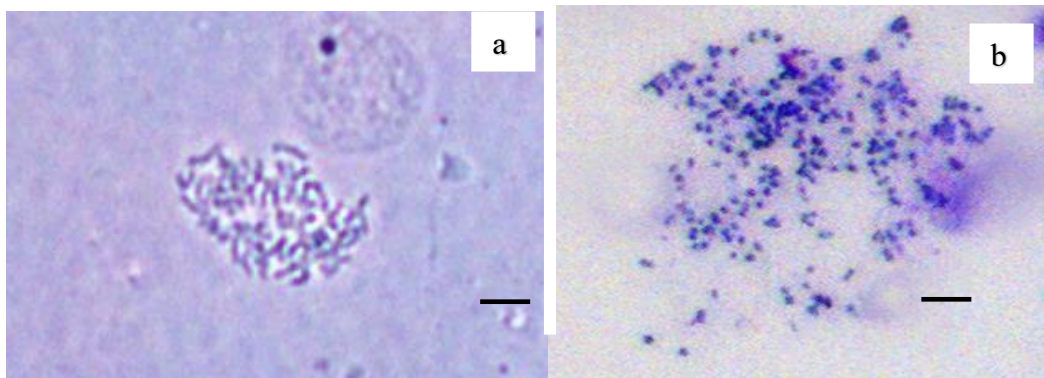
Penghitungan jumlah kromosom yang diwarnai menggunakan *Giemsa* 10% maka didapatkan jumlah kromosom yang paling sering ditemukan pada individu diploid berjumlah 60 ($2n=60$) sedangkan pada individu tetraploid memiliki kromosom dengan jumlah 120 ($4n=120$) (Gambar 2).

Hubungan antara jumlah maksimum nukleolus yang diperoleh berkorelasi dengan tingkat ploidi patin siam disajikan pada Tabel 3. Pengamatan nukleolus ikan patin siam menunjukkan semakin tinggi jumlah maksimum nukleolus dalam satu sel yang ditemukan, maka akan semakin tinggi tingkat ploidi. Jumlah maksimum dua nukleoli per sel menunjukkan tingkat ploidi diploid ($2n$), sedangkan jika jumlah maksimum empat nukleoli per sel menunjukkan tingkat ploidi tetraploid ($4n$). Jika dilihat pada Tabel 3 terdapat anomali yang muncul pada jumlah maksimum tiga nukleoli per sel menunjukkan tingkat ploidi tetraploid ($4n$).

Tabel 2. Distribusi nukleolus patin siam diploid dan tetraploid

Ikan	Jumlah ^a	Jumlah nukleolus per sel (%)			
		Satu	Dua	Tiga	Empat
Diploid	13	$61,27 \pm 8,48$	$38,73 \pm 8,48$	0	0
Tetraploid	27	$58,71 \pm 12,60$	$37,13 \pm 9,16$	$3,72 \pm 4,73$	$0,69 \pm 0,64$

Keterangan: ^aJumlah individu yang diamati



Gambar 2. Kromosom patin siam yang diwarnai menggunakan *Giemsa* 10%. **a, b** Kromosom diploid dan tetraploid. Bar = 5 µm

Tabel 3. Hubungan jumlah maksimum nukleolus dengan tingkat ploidi pada patin siam

No. sampel	Sebaran jumlah nukleolus per sel (%)					Tingkat ploidi ^a
	Maks	1	2	3	4	
1	2	210 (49,41)	215 (50,59)			2n
2	2	436 (67,49)	210 (32,51)			2n
3	4	256 (46,55)	245 (44,55)	37 (6,73)	12 (2,18)	4n
4	2	299 (56,52)	230 (43,48)			2n
5	4	165 (49,85)	145 (43,81)	16 (4,83)	5 (1,51)	4n
6	3	267 (50,76)	241 (45,82)	18 (3,42)		4n
7	3	292 (54,17)	244 (45,27)	3 (0,56)		4n
8	2	398 (72,76)	149 (27,24)			2n
9	2	297 (56,25)	231 (43,75)			2n
10	4	324 (60,22)	202 (37,55)	11 (2,04)	1 (0,19)	4n
11	4	268 (52,55)	194 (38,04)	40 (7,84)	8 (1,57)	4n
12	3	392 (72,06)	141 (25,92)	11 (2,02)		4n
13	3	326 (58,53)	226 (40,57)	5 (0,90)		4n
14	2	316 (57,45)	234 (42,55)			2n
15	3	369 (60,20)	235 (38,34)	9 (1,47)		4n
16	3	272 (50,09)	265 (48,80)	6 (1,10)		4n
17	4	175 (41,97)	213 (51,08)	22 (5,28)	7 (1,68)	4n
18	2	421 (79,89)	106 (20,11)			2n
19	4	319 (55,87)	225 (39,40)	24 (4,20)	3 (0,53)	4n
20	3	350 (68,09)	163 (31,71)	1 (0,19)		4n
21	4	415 (72,83)	150 (26,36)	3 (0,53)	1 (0,18)	4n
22	3	369 (60,20)	235 (38,34)	9 (1,47)		4n
23	2	295 (52,68)	265 (47,32)			2n
24	4	248 (43,82)	231 (40,81)	84 (14,84)	3 (0,53)	4n
25	2	327 (61,81)	202 (38,19)			2n
26	4	390 (74,71)	126 (24,14)	5 (0,96)	1 (0,19)	4n
27	2	360 (66,18)	184 (33,82)			2n
28	4	383 (74,66)	126 (24,56)	3 (0,58)	1 (0,19)	4n
29	4	212 (35,75)	283 (47,72)	94 (15,85)	4 (0,67)	4n
30	4	377 (61,00)	219 (35,44)	20 (3,24)	2 (0,32)	4n
31	3	364 (70,68)	145 (28,16)	6 (1,17)		4n
32	4	388 (80,50)	92 (19,09)	1 (0,21)	1 (0,21)	4n
33	4	242 (53,42)	204 (45,03)	5 (1,10)	2 (0,44)	4n
34	2	338 (62,71)	201 (37,29)			2n
35	2	306 (56,77)	233 (43,23)			2n
36	3	412 (75,74)	128 (23,53)	4 (0,74)		4n
37	4	373 (70,24)	156 (29,38)	1 (0,19)	1 (0,19)	4n
38	2	324 (56,54)	249 (43,46)			2n
39	4	327 (56,48)	233 (40,24)	17 (2,94)	2 (0,35)	4n
40	4	203 (34,23)	290 (48,90)	95 (16,02)	5 (0,84)	4n

Keterangan: ^aTingkat ploidi ditentukan dengan melihat jumlah maksimum nukleolus per sel setiap individu

Pembahasan

Rendahnya persentase penetasan kelompok individu tetraploid berkaitan dengan kejutan suhu yang ekstrem dan lama kejutan yang diterima zigot. Hartono *et al.* (2016) menyatakan guncangan, kejutan, dan perubahan suhu drastis sangat berisiko selama periode awal embrio yang mengakibatkan banyaknya kematian zigot. Perlakuan kejutan suhu mengakibatkan kerusakan pro nukleus, mengubah komposisi sitoplasma sel telur, kerusakan benang spindel, terganggunya aktivitas enzim, kerusakan membran zigot dan selama 15 hari pemeliharaan yuwana, sintasan antara kelompok diploid dengan kelompok tetraploid memiliki sintasan yang relatif sama, yakni di atas 80% (Tabel 1). Sintasan yang lebih baik kemungkinan disebabkan oleh penanganan yuwana yang baik selama periode pemeliharaan. Piferrer (2000) menyatakan penurunan sintasan disebabkan oleh penanganan setelah induksi kejutan suhu yang kurang baik, bukan dari pengaruh kejutan suhu terhadap embrio.

Berdasarkan penghitungan nukleolus, didapatkan hubungan antara jumlah maksimum nukleolus per sel dan tingkat ploidi yakni pada individu diploid memiliki jumlah maksimum dua nukleoli per sel, sedangkan pada individu tetraploid jumlah maksimum empat nukleoli per sel. Dilihat dari proporsi jumlah maksimum nukleolus per sel, ditemukan indikasi bahwa pada individu tetraploid proporsi tersebut sangat rendah (0,69%) dibandingkan dengan individu diploid (38,73%). Persentase jumlah maksimum nukleolus per sel yang lebih rendah pada individu tetraploid diduga disebabkan penyatuan nukleolus atau *Nucleolar Organizer Regions* (NORs) gagal membentuk nukleolus selama siklus sel berlangsung sehingga mengakibatkan penurunan jumlah maksimum nukleolus yang

teramati (Verdun 2011). Penelitian yang dilakukan Ibrahim (2017) pada patin siam triploid menghasilkan frekuensi sel yang memiliki maksimum tiga nukleoli per sel dengan persentase rendah yakni 2,43-13,27% dari total sel yang diamati. Berdasarkan data ini dapat dikemukakan bahwa semakin tinggi tingkat ploidi maka proporsi dengan jumlah maksimum nukleolus per selnya semakin rendah. Hal yang sama ditemukan oleh Okumura *et al.* (2001) yakni terjadi penurunan frekuensi sel dengan jumlah maksimum tiga nukleoli per sel pada abalon Pasifik *Haliotis discus hannai*. Carman *et al.* (1992) menyatakan variasi yang terjadi pada jumlah maksimum nukleolus dapat disebabkan oleh hasil penyatuan dari beberapa nukleolus menjadi satu bentuk akibat proses fisiologi selama siklus sel. Penyatuan ini juga ditemukan pada nukleolus sel diploid manusia yang sebenarnya memiliki 10 terbentuk setelah mitosis, menurun jumlahnya dan meningkat ukurannya selama fase G_1 tetapi secara cepat tumbuh dan bergabung menjadi satu membentuk satu nukleolus yang besar (Farley *et al.* 2015). Anomali yang ditemukan pada jumlah maksimum tiga nukleoli per sel menunjukkan tetraploid ($4n$). Hal yang sama ditemukan Carman *et al.* (1992) pada ikan mas dengan jumlah maksimum dua nukleoli per sel menunjukkan triploid ($3n$). Hal tersebut terjadi berkaitan dengan kemampuan pewarnaan menggunakan perak nitrat yang hanya mewarnai nukleolus (*Nucleoli Organizer Regions*/NORs) yang sedang aktif saat sintesis ribosom (Jankun *et al.* 2007). Hal lain yang diduga menyebabkan terjadinya anomali ini yakni dalam pembentukan individu tetraploid kejutan suhu dilakukan untuk menghambat pembelahan sel saat mitosis I, di saat itu *polar body* II telah terlepas dari zigot beberapa menit setelah fertilisasi sehingga

tidak mungkin individu yang terbentuk adalah individu triploid (Piferrer *et al.* 2009). Hubungan jumlah maksimum nukleolus per sel dengan tingkat ploidi memberikan hasil yang cukup konsisten (individu diploid memiliki jumlah maksimum dua nukleoli per sel, sedangkan pada individu tetraploid jumlah maksimum empat nukleoli per sel) sehingga penghitungan jumlah nukleolus sebagai metode tidak langsung dapat menjadi prediktor penentuan tingkat ploidi pada ikan patin siam. Fenomena rendahnya proporsi sel yang memiliki jumlah maksimum empat nukleoli per sel pada individu tetraploid tidak serta merta menunjukkan inkonsistensi penerapan metode ini. Hal tersebut dapat diatasi dengan mengamati lebih banyak sel dalam setiap sampel (1500–2000 sel), sehingga sel yang memiliki jumlah maksimum empat nukleoli per sel akan lebih banyak ditemukan jumlahnya.

Hubungan antara jumlah nukleolus dan jumlah set kromosom telah digunakan untuk mengidentifikasi poliploidi pada ikan. Pada interfase sel somatik, terdapat hubungan antara jumlah nukleolus yang terlihat dengan jumlah set kromosom (Schofer & Weipoltshammer 2018). Verifikasi penghitungan nukleolus dengan menggunakan metode langsung yakni penghitungan kromosom menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat ploidi maka semakin banyak pula jumlah kromosom yang ditemukan. Hal yang sama ditemukan Ibrahim *et al.* (2017) pada patin siam triploid memiliki jumlah kromosom 1,5 kali lipat lebih banyak dibandingkan dengan patin siam diploid. Walaupun penghitungan kromosom merupakan metode yang unggul dan tepat dalam penentuan tingkat ploidi, tetapi analisis kromosom membutuhkan keahlian yang tinggi dan waktu yang relatif lama (Caterina *et al.* 2014). Penentuan tingkat ploidi

menggunakan penghitungan jumlah nukleolus yang diwarnai dengan perak nitrat dapat diandalkan pada pekerjaan yang rutin maupun di lapangan karena penerapannya yang sederhana, relatif lebih cepat, dan lebih murah dibandingkan beberapa metode lainnya. Kim *et al.* (2017) menyatakan sampel preparat nukleolus dapat menggunakan berbagai jaringan spesimen tubuh dalam jumlah sedikit, dapat langsung dikerjakan di lapangan, dan dilakukan tanpa harus membunuh ikan. Keunggulan lainnya metode ini dapat diterapkan saat tahap awal embrio atau ikan berumur muda tanpa harus menunggu ukuran ikan besar sehingga dapat mengurangi biaya tinggi dalam pemeliharaan sebelum identifikasi ploidi. Adanya verifikasi menggunakan penghitungan kromosom yang hasilnya berhubungan dengan jumlah maksimum nukleolus, meyakinkan bahwa penghitungan nukleolus dapat menjadi metode yang dapat diandalkan dalam penentuan tingkat ploidi.

Simpulan

Penghitungan jumlah nukleolus sebagai metode tidak langsung dapat menjadi metode dalam penentuan tingkat ploidi pada ikan patin siam dengan sedikit kelemahan yaitu rendahnya jumlah maksimum empat nukleoli per sel dalam individu tetraploid.

Persantunan

Penulis berterima kasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atas bantuan beasiswa dan Kantor Cabang Dinas Kelautan dan Perikanan Wilayah Utara yang menyediakan tempat, bahan, dan materi selama penelitian.

Daftar pustaka

Bai Z, Liu F, Li J, Yue GH. 2011. Identification of triploid individuals and clonal lines in *Carassius auratus* complex using

- microsatellites. *International Journal of Biological Sciences*, 7(3): 279-285.
- Carman O, Takashi O, Takashima F. 1992. Variation in the maximum number of nucleoli in diploid and triploid common carp. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58(12): 2303-2309.
- Caterina F, Francesca A, Giuseppe P, Alessandro Z, Francesco F. 2014. Effect of three different anticoagulants and storage time on hematological parameters of *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758). *Turkish Journal of Fisheries Aquatic Sciences*, 14(1): 615-621.
- Farley KI, Surovtseva Y, Merkel J, Baserga SJ. 2015. Determinants of mammalian nucleolar architecture. *Chromosoma*, 124(3): 323-331.
- Gil HW, Kong HJ, An CM, Kim BS, Lim SG, Park IS. 2016. Cytogenetic study of diploid and induced tetraploid in Korean rose bitterling *Rhodeus uyekii*. *Springerplus*, 5(1): 186-196.
- Hartono DP, Witoko P, Purbosari N. 2016. The effect of heat shock on the tetraploidy of catfish, *Pangasius hypophthalmus*. *Bioflux*, 9(3): 597-603.
- Howell WM, Black DA. 1980. Controlled silver staining of nucleolus organizer region with protective colloidal developer: a 1 – step methods. *Experientia*, 36(8): 1014-1015.
- Ibrahim Y, Soelistyowati DT, Carman O. 2017. Triploid striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus*: growth performance and gonadal development. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 16(1): 76-82.
- Jankun M, Kuzminski H, Selezniow GF. 2007. Cytologic ploidy determination in fish – an example of two salmonid species. *Environmental Biotechnology*, 3(2): 52-56.
- Jewsiewicka AS, Kucinski M, Dobosz S, Ocalewicz, Jankun M. 2015. Chromosomal characteristic and distribution of rDNA sequences in the brook trout *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1814). *Genetica*, 143(4): 425-432.
- Kim HS, Chung KH, Son JH. 2017. Comparison of different ploidy detection methods in *Oncorhynchus mykiss*, the rainbow trout. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(29): 1-7.
- Kligerman AD, Bloom SE. 1977. Rapid chromosome preparations from solid tissues of fishes. *Journal Fisheries Research Board of Canada*, 34(2): 266-269.
- Mukti AT. 2016. Triploidi dan dimorfisme seks, performa reproduksi dan produksinya pada ikan nila *Oreochromis niloticus*, *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Mukti AT. 2017. Metode penentuan ploidi pada ikan nila *Oreochromis niloticus* menggunakan kombinasi sebaran kromosom dan nukleoli secara bersamaan. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 2(1): 43-50.
- Okumura S, Furukawa S, Kawai T, Takahashi S, Yamamori K. 2001. Comparison of nucleoli number in diploid and triploid larva of Pacific abalone *Haliotis discus hannai*. *Fisheries Science*, 67(1): 176-178.
- Piferrer F, Beaumont A, Falguiere JC, Flajshans M, Haffray P, Colombo L. 2009. Polyploid fish and shellfish: production, biology and applications to aquaculture for performance improvement and genetic containment. *Aquaculture*, 293(3-4): 125-156.
- Piferrer F, Cal RM, Alvarez-Blazquez B, Sanchez L, Martinez P. 2000. Induction of triploidy in the turbot (*Scophthalmus maximus*) I. Ploidy determination and the effects of cold shocks. *Aquaculture*, 188(1-2): 79-90.
- Pradeep PJ, Srijaya TC, Jose D, Papini A, Hassan A, Chatterji AK. 2014. Identification of diploid and triploid red tilapia by using erythrocyte indices. *Caryologia*, 6(4): 485-492.
- Schofer C, Weipoltshammer K. 2018. Nucleolus and chromatin. *Histochemistry Cell Biology*, 150(3): 209-225.
- Verdun DH. 2011. Assembly and disassembly of the nucleolus during the cell cycle. *Nucleus*, 2(3): 189 -194.

Peningkatan kualitas warna ikan sumatra albino, *Puntigrus tetrazona* (Bleeker, 1855) dengan pakan buatan yang diperkaya tepung bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.)

[Improved quality of color sumatra barb, *Puntigrus tetrazona* (Bleeker, 1855) with artificial feed enriched red spinach flour (*Amaranthus tricolor* L.)]

Gamel Koncara¹, Nur Bambang Priyo Utomo², Mia Setiawati², Muhamad Yamin³

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

²Departemen Budi Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB
Jln. Agatis Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

³Balai Riset dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias (BPPBIH) Depok

Diterima: 14 September 2018; Disetujui: 26 Desember 2018

Abstrak

Ikan sumatra albino (*Puntigrus tetrazona*) merupakan salah satu ikan hias asli Indonesia yang berasal dari pulau Sumatera. Budidaya ikan sumatra albino mengalami penurunan dalam kualitas warna karena spesies ini tidak dapat memproduksi karotenoid dalam tubuhnya. Guna mengatasi permasalahan ini, maka dibutuhkan sebuah alternatif berupa penambahan karotenoid dalam pakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas dosis tepung bayam merah sebagai pakan terhadap kualitas warna ikan sumatra albino. Ikan hias sumatra albino dengan bobot 0,54 g dan panjang 3,50 cm dipelihara di dalam akuarium (30 cm x 20 cm x 20 cm). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan (A=0% (kontrol), B=2%, C=4%, dan D=6%) dan tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi nilai kualitas warna kulit ikan (L=lightness, C=chroma, dan H=hue) dan total karotenoid pada kulit, sirip, serta daging ikan sumatra albino. Ikan dipelihara selama 42 hari dan diberi pakan tiga kali sehari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung bayam merah pada dosis 6% dengan kandungan karotenoid 45,26 ppm pada pakan, 50,44 ppm pada sirip, 16,10 ppm pada kulit, dan 3,69 ppm pada daging, dapat meningkatkan kualitas warna ikan sumatra albino. Hal tersebut diindikasikan dengan menurunnya nilai L=60,83%, meningkatnya nilai C=20,57%, dan mempertahankan nilai H=87,09°.

Kata penting: bayam merah, karotenoid, kualitas warna, pakan, *Puntigrus tetrazona*

Abstract

The Sumatra barb (*Puntigrus tetrazona*) is one of the Indonesia indigenous ornamental fish from Sumatra island. The breeding of Sumatra barb fish has actually seen a decline in color quality because this species cannot produce carotenoid in the body. To solve this problem, needed an alternative using supplementation the carotenoid in the feed. The objective of this study was to determine the effectiveness of red spinach flour doses as feed on the quality of the Sumatra barb. The Sumatra barb ornamental fish with weight about 0.54 g and length about 3.50 cm were reared in the aquarium (30 cm x 20 cm x 20 cm). The completely randomized design with 4 treatments (A=0% (control), B=2%, C=4%, and D=6%) and 3 replications were analyzed in this study. Parameters in this study consisted of body skin color qualities (e.g. L = lightness, C = chroma, and H = hue) and the number of carotenoid in the skin, fins, and meat. The fish were reared for 42 days and fed 3 times per day. The results showed that supplementation of red spinach flour by 6% with carotenoid 45.26 ppm in feed, 50.44 ppm in fins, 16.10 ppm in the skin, and 3.69 ppm in meat, could increase Sumatra barb color quality. It was indicated by decreasing lightness of 60.83%, increasing chroma of 20.57%, and sustaining hue of 87.09°.

Keywords: carotenoid, color quality, feed, *Puntigrus tetrazona*, red spinach

Pendahuluan

Ikan hias merupakan salah satu komoditas yang diperdagangkan di pasar internasional. Berdasarkan data International Trade Center

(2017), dalam periode 2001-2015, rata-rata nilai ekspor ikan hias dunia (ikan hias air tawar dan air laut) mencapai 298.06 juta US\$, dengan pertumbuhan ekspor mencapai 4,26% per tahun. Sektor akuakultur memainkan peran sebagai komponen perdagangan ikan hias internasional

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: gamelk52@yahoo.com

(FAO 2014). Ikan hias dikatakan menarik apabila warnanya kontras atau komposisi warnanya menarik. Seperti yang dijelaskan oleh Arulvasu *et al.* (2013), selain faktor fisiologis dan ekologis, penampilan ikan hias juga dapat meningkatkan nilai komersial.

Salah satu komoditas ikan hias air tawar yang diminati adalah ikan sumatra albino (*Puntigrus tetrazona*) atau disebut dengan *sumatra barb*. Ikan asli Indonesia ini berasal dari pulau Sumatra, memiliki potensi untuk dikembangkan karena permintaan pasarnya cukup tinggi. Ikan sumatra albino memiliki warna dan corak yang menarik pada bagian tubuh berwarna kekuningan dengan empat pita tegak berwarna keemasan dan warna pada ikan hias sumatra albino merupakan salah satu faktor yang memengaruhi terhadap harga jual (Mandal *et al.* 2010).

Budi daya intensif ikan hias untuk waktu yang lama dapat mengakibatkan warna ikan memudar (Saxena 1994, Uthayasiva 2014). Upaya meningkatkan kualitas warna ikan hias dapat dilakukan dengan memberikan pakan yang mengandung zat warna atau karotenoid (Sholichin *et al.* 2012) dikarenakan hewan akuatik tidak dapat mensintesis karotenoid dalam tubuhnya. Karotenoid adalah suatu pigmen alami yang dapat ditemukan pada hewan, tanaman dan mikroorganisme (Anderson 2000), tetapi karotenoid tidak dapat disintesis oleh sebagian besar hewan termasuk ikan, sehingga harus ditambahkan pada pakan (Ahila *et al.* 2008). Saat ini sudah ditemukan lebih dari 650 jenis karotenoid di alam dan menghasilkan pigmen yang berwarna kuning, jingga atau merah, sehingga dapat diidentifikasi melalui warnanya (Sulistyaningrum 2014). Pada umumnya, jenis karotenoid yang mampu dimanfaatkan oleh udang dan ikan untuk proses pigmentasinya, yaitu jenis karotenoid

yang mengandung unsur oksigen yang disebut xanthophyll (NRC 2011, Sukarman 2017).

Bayam merah (*Amaranthus tricolor*) mengandung karotenoid yang potensial sebagai sumber zat warna alami. Tumbuhan ini mudah didapatkan, dan ramah lingkungan. Kandungan karotenoid yang terdapat pada bayam merah adalah senyawa zat warna lutein (sebagai komponen utamanya), zeasantin, violasantin, neosantin dan β -karoten (Tee & Lim 1991; Zhenleiet *al.* 2012). Teuku *et al.* (2015) melaporkan bahwa ekstrak bayam merah berupa β -karoten dapat meningkatkan penampilan warna ikan mas koki yaitu pada dosis karotenoid 1500 mg kg⁻¹ pakan. Sampai saat ini, belum ada kajian mengenai penggunaan tepung bayam merah dengan dosis yang tepat untuk ikan sumatra albino. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji efektivitas penambahan dosis karotenoid dalam tepung bayam merah pada pakan buatan terhadap kualitas warna ikan sumatra albino (*P. tetrazona*). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi peningkatan kualitas warna ikan sumatra albino dengan pemberian pakan yang diperkaya berbagai dosis tepung bayam merah.

Bahan dan metode

Penelitian dilaksanakan di Balai Riset dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias (BPPBIH) Depok. Pembuatan pakan uji dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ikan, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Penelitian dilaksanakan pada Desember 2017 – Februari 2018.

Penelitian ini menggunakan 84 ekor ikan sumatra albino berumur tiga bulan, berukuran panjang $\pm$ 3,50 cm dengan bobot awal $\pm$ 0,54 g.

Ikan uji berasal dari pembudidaya ikan hias di Parung, Kabupaten Bogor. Wadah pemeliharaan ikan berupa akuarium berukuran 30 cm x 20 cm x 20 cm sebanyak 12 buah. Akuarium diisi air setinggi 15 cm ($\pm$ 5 L) yang dilengkapi dengan sistem aerasi dan filter mini. Setiap akuarium diisi sebanyak 7 ekor ikan. Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan dosis tepung bayam merah (TBM) (A: 0% TBM), (B: 2% TBM), (C: 4% TBM), dan (D: 6% TBM) dan tiga ulangan.

Pakan uji yang digunakan adalah pakan buatan (pellet) yang ditambahi TBM dengan dosis berbeda (2%, 4%, dan 6%) dan pakan pellet tanpa penambahan bayam merah (0%) sebagai kontrol. Komposisi nutrisi dan total

karotenoid pada pellet disajikan pada Tabel 1. Pembuatan TBM menggunakan bagian batang dan daun yang dikeringkan (dioven) pada suhu 40°C selama kurang lebih 24 jam. Selanjutnya dilakukan penepungan menggunakan blender dan analisis total karotenoid pada bayam merah menggunakan spektrofotometer yang menghasilkan 70,33 ppm. Bahan yang digunakan dalam pembuatan pakan, seperti tepung ikan, tepung kedelai, tepung pollard, tepung tapioka, minyak ikan, vitamin, mineral, dan tepung bayam merah ditunjukkan pada Tabel 2. Ukuran pellet 1 mm. Pakan diberikan secara *at satiation* tiga kali sehari yaitu pada waktu pagi (08.00), siang (12.00), dan sore (16.00).

Tabel 1. Komposisi nutrisi dan total karotenoid pakan uji

Nutrien	Penambahan Tepung Bayam Merah (TBM)			
	0%	2%	4%	6%
Protein (%)	30,59	31,88	31,05	31,50
Lemak (%)	5,32	5,86	4,86	5,88
Karbohidrat (%)	44,35	42,65	44,09	41,96
Serat kasar (%)	0,17	0,46	0,42	1,80
Kadar air (%)	8,03	8,01	7,85	8,14
Abu (%)	11,28	11,60	12,20	12,40
Karotenoid (ppm)	14,51	20,29	35,31	45,26

Tabel 2. Rancangan formula pakan uji dengan penambahan tepung bayam merah yang berbeda

Bahan baku (perlakuan)	Komposisi bahan baku pada pakan (%)			
	A	B	C	D
Tepung ikan	38	38	38	38
Tepung kedelai	20	20	20	20
Tepung pollard	20	18	16	14
Tepung tapioka	18	18	18	18
Minyak jagung	2	2	2	2
Vitamin	1	1	1	1
Mineral	1	1	1	1
Tepung bayam merah	0	2	4	6
Total	100	100	100	100

Pengukuran parameter kualitas air yaitu suhu, menggunakan termometer, oksigen terlarut menggunakan DO meter, dan pH menggunakan alat pH meter. Suhu pada akuarium penelitian diukur setiap hari pada pagi dan sore hari, pH diukur setiap tujuh hari sekali, dan oksigen terlarut diukur pada awal dan akhir penelitian. Penimbangan bobot dan pengukuran panjang ikan, serta perhitungan sintasan dilakukan setiap pekan.

Kualitas dan kuantifikasi warna

Pengamatan kualitas warna ikan sumatra albino menggunakan alat kromameter Konika Minolta CR400. Penilaian warna berupa kuantifikasi dengan kromameter menghasilkan tiga karakteristik kualitas warna, yakni *lightness* (L), *hue* (H) yang menggambarkan jenis warna (*range of color*), dan *chroma* (C) yang menggambarkan ekspresi jumlah zat pembentuk warna (Guillaume *et al.* 2001). Pengambilan sampel dilakukan dua minggu sekali atau sebanyak empat kali dalam waktu 42 hari. Pada akhir penelitian sampel ikan difoto untuk melihat perubahan warnanya secara visual dengan kamera Digital beresolusi 16 megapixel. Penentuan nilai L, H, dan C dilakukan pada bagian punggung ikan sumatra yang diuji sebanyak tiga ekor tiap ulangan.

Analisis total karotenoid

Analisis total karotenoid pada pakan dan jaringan ikan (kulit, sirip ekor dan daging)

menggunakan spektrofotometer UV-Vis mengikuti metode yang dikemukakan oleh Teimouri *et al.* (2013). Pengambilan sampel dilakukan pada awal dan akhir penelitian. Analisis dilakukan pada tiga bagian tubuh ikan uji yaitu bagian kulit, sirip (sirip punggung, sirip dada, dan sirip ekor), dan daging. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak empat ekor ikan untuk masing-masing perlakuan.

Analisis data

Data penelitian disajikan dalam bentuk rata-rata $\pm$ simpangan baku, dianalisis secara statistik dengan metode One Way Analysis of variance (ANOVA—one way). Hasil uji yang berbeda akan dianalisis lebih lanjut menggunakan uji lanjut Duncan. Perbedaan nyata pada perhitungan tersebut ditetapkan pada angka kepercayaan 95%. Perhitungan data yang diperoleh dilakukan dengan menggunakan alat bantu Program SPSS Versi 21.

Hasil

Hasil penelitian selama 42 hari menunjukkan bahwa pemberian sumber karotenoid alami dari tepung bayam merah (TBM) pada pakan memberikan dampak positif terhadap kualitas warna ikan sumatra albino. Rata-rata kuantifikasi warna dengan kromameter memberikan penilaian *lightness* (L), *hue* (H), dan *chroma* (C) dari masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai *lightness* (L), *hue* (H) dan *chroma* (C) ikan sumatra albino yang diberi tepung bayam merah (TBM) pada awal dan akhir penelitian

Perlakuan	Kuantifikasi Warna*								
	L(%)			C(%)			H(°)		
	Awal	Akhir	Δ	Awal	Akhir	Δ	Awal	Akhir	Δ
(0%TBM)	56,74 $\pm$ 5,80	68,81 $\pm$ 6,02 ^a	12,07	15,02 $\pm$ 2,03	15,75 $\pm$ 0,86 ^a	0,73	60,03 $\pm$ 6,13	66,96 $\pm$ 1,28 ^a	6,94
(2%TBM)	56,74 $\pm$ 5,80	66,90 $\pm$ 2,35 ^a	10,16	15,02 $\pm$ 2,03	18,40 $\pm$ 0,97 ^b	3,38	60,03 $\pm$ 6,13	83,49 $\pm$ 3,37 ^b	23,47
(4%TBM)	56,74 $\pm$ 5,80	64,96 $\pm$ 8,36 ^a	8,22	15,02 $\pm$ 2,03	20,07 $\pm$ 1,11 ^{bc}	5,06	60,03 $\pm$ 6,13	86,54 $\pm$ 2,23 ^b	26,51
(6%TBM)	56,74 $\pm$ 5,80	60,83 $\pm$ 2,70 ^a	4,09	15,02 $\pm$ 2,03	20,57 $\pm$ 1,12 ^c	5,56	60,03 $\pm$ 6,13	87,09 $\pm$ 2,06 ^b	27,07

Keterangan: Δ = Rataan selisih; *Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji Duncan)

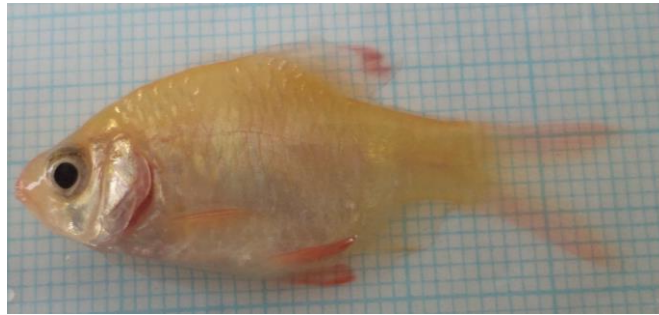
Berdasarkan analisis data *chroma* (C), nilai tertinggi dicapai pada perlakuan pemberian 6% TBM, yaitu C (20,57 $\pm$ 1,12%), dan nilai terendah pada kontrol 0% TBM, yaitu C (15,75 $\pm$ 0,086%). Demikian pula hasil analisis data nilai *hue* (H), meningkat signifikan pada perlakuan pemberian 2-6% TBM jika dibandingkan dengan kontrol 0% TBM. Hasil ini menunjukkan bahwa warna ikan sumatra albino adalah kuning-jingga-merah dengan angka H (66-87°), sedangkan untuk nilai kuantifikasi *light* (L), tampak bahwa pemberian berbagai dosis TBM tidak menunjukkan perubahan, yaitu semua perlakuan sama L (60,83-68,81%). Perbedaan hasil akhir dari kualitas warna ikan sumatra albino pada masing-masing perlakuan diperhatikan pada Gambar 1.

Hasil analisis total karotenoid ikan sumatra albino pada akhir penelitian disajikan pada Tabel 4. Penambahan dosis TBM meningkatkan total karotenoid pada kulit, sirip, dan daging. Semakin tinggi dosis TBM diberikan, maka semakin meningkat total karotenoid pada jaringan

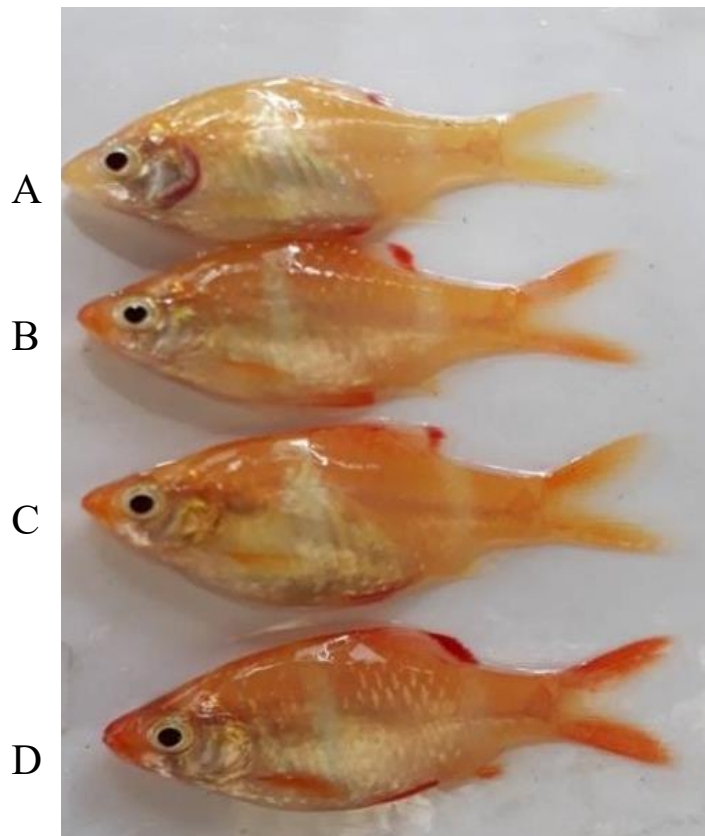
tubuh ikan sumatra albino. Nilai tertinggi pada dosis 6% TBM dengan nilai karotenoid pada kulit 16,10 $\pm$ 0,01 ppm, sirip 50,44 $\pm$ 0,01 ppm, dan daging 3,69 $\pm$ 0,01 ppm. Berdasarkan hasil tersebut, total kandungan karotenoid terbanyak pada ikan sumatra albino terdapat pada jaringan sirip.

Hasil rata-rata bobot, panjang, dan sintasan ikan sumatra albino pada akhir penelitian untuk masing-masing perlakuan penambahan dosis TBM dapat dilihat pada Tabel 5. Perubahan nilai rata-rata bobot individu pada akhir penelitian dengan semakin meningkatnya dosis TBM, ternyata tidak memengaruhi bobot rata-rata akhir ikan, yaitu 0,84-0,87 g, namun meningkatkan panjang rata-rata akhir ikan yang diberi TBM, dengan panjang akhir mencapai 3,75-3,79 cm.

Selama penelitian berlangsung dilakukan pengamatan pada kondisi kualitas air. Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, oksigen terlarut, dan pH. Data pengukuran kualitas air disajikan dalam bentuk kisaran pada Tabel 6.



Penampilan awal



Penampilan Akhir

Gambar 1. Penampilan warna ikan sumatra albino saatawal sebelum diberi perlakuan (gambar atas) dan akhir penelitian (gambar bawah) pada masing-masing perlakuan: A = 0% TBM (kontrol), B = 2% TBM, C = 4% TBM, dan D = 6% TBM.

Tabel 4. Total karotenoid pada jaringan kulit, sirip, dan daging ikan sumatra albino yang diberi tepung bayam merah (TBM) pada pakan

Perlakuan	Kulit (ppm)	Sirip (ppm)	Daging (ppm)
0% TBM	10,41 ± 0,02	44,37 ± 0,02	1,95 ± 0,01
2% TBM	11,65 ± 0,07	44,86 ± 0,02	2,44 ± 0,02
4% TBM	14,33 ± 0,02	46,79 ± 0,28	2,92 ± 0,01
6% TBM	16,10 ± 0,01	50,44 ± 0,01	3,69 ± 0,01

Tabel 5. Bobot, panjang, dan sintasan ikan sumatra albino yang diberi TBM pada akhir penelitian

Perlakuan	0% TBM	2% TBM	4% TBM	6% TBM
Bobot awal (g)	0,54 ± 0,04	0,54 ± 0,04	0,54 ± 0,04	0,54 ± 0,04
Bobot akhir (g)	0,84 ± 0,04 ^a	0,86 ± 0,01 ^a	0,87 ± 0,03 ^a	0,87 ± 0,06 ^a
Panjang awal (cm)	3,49 ± 0,02	3,49 ± 0,02	3,49 ± 0,02	3,49 ± 0,02
Panjang akhir (cm)	3,67 ± 0,03 ^a	3,75 ± 0,02 ^b	3,77 ± 0,03 ^b	3,79 ± 0,04 ^b
Sintasan (%)	100 ^a	90,5 ^a	100 ^a	100 ^a

Keterangan: Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji Duncan).

Tabel 6. Kisaran kualitas air media pemeliharaan selama penelitian

Parameter	0% TBM	2% TBM	4% TBM	6% TBM
Suhu (°C)	25,30-27,10	25,80-26,30	25,90-26,90	25,50-26,80
Oksigen terlarut (mg L ⁻¹)	5,38-6,24	5,20-6,70	5,34-6,35	5,43-6,30
pH	6,51-6,72	6,52-7,05	6,55-6,71	6,59-7,10

Pembahasan

Parameter L diartikan sebagai kecerahan warna, dengan arti putih bernilai 100% dan semakin gelap hingga hitam bernilai 0%. Semakin kecil nilai L, maka menunjukkan semakin gelap warna suatu benda sesuai dengan warna dasarnya. Menurut Guillaume *et al.* (2001) dan Sukarman & Hirnawati (2014), pada saat konsentrasi karotenoid *canthaxanthin* meningkat, maka nilai L menurun. Hal tersebut juga mengindikasikan bahwa nilai *lightness* (L) menggambarkan kondisi fisik daging ikan. Artinya, warna yang dihasilkan pada perlakuan D (6% TBM) lebih pekat dibandingkan perlakuan A (kontrol), B (2% TBM), dan C (4% TBM). Hal ini juga bisa dipengaruhi oleh faktor lingkungan terutama pencahayaan yang menginduksi pola pigmentasi melalui stimulus pada sistem neuron dan migrasi melanofora (Kusumawati *et al.* 2012).

Parameter C yaitu *chroma* kepekatan warna dengan nilai 0-100% pada posisi paling pekat. Nilai *chroma* adalah hal terpenting dalam sistem warna berkaitan dengan karotenoid dalam tubuh ikan. Berdasarkan Tabel 3, penam-

bahan tepung bayam merah pada perlakuan D, C, B mampu meningkatkan nilai *chroma* lebih tinggi dibandingkan dengan A (kontrol). Nilai *chroma* (C) mengindikasikan adanya penumpukan karotenoid dalam sel pigmen (kromatofora) dan penambahan konsentrasi karotenoid dalam daging atau kulit. Darti & Slamet (1997) menyatakan bahwa warna pada tubuh ikan disebabkan oleh adanya sel pigmen yang disebut kromatofora. Sel pigmen ini mengandung pigmen melamin, pteridin, purines, dan karotenoid.

Parameter H didefinisikan sebagai jenis warna dengan kisaran *hue* dari 0-90° yang menunjukkan jenis warna merah-jingga-kuning. Nilai *hue* merupakan tingkatan warna dari spektrum cahaya yang ditangkap oleh mata dan merupakan refleksi dari struktur dan warna karotenoid (Guillaume *et al.* 2001). *Hue* menunjukkan perubahan warna dari merah, kuning, biru, hijau, dan ungu, hingga merah kembali dalam sistem warna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *hue* (H) (Tabel 4) pada perlakuan D, C, dan B berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan A (kontrol) dengan nilai yang diperoleh

pada kisaran 70-80°. Nilai 0-90° menunjukkan pergerakan warna kuning, merah, hingga menuju jingga. Hal ini dibuktikan dari nilai parameter *chromaticity*, a^* dan b^* . Huruf a^* menentukan kualitas warna merah jika bernilai positif, abu-abu jika bernilai 0, dan hijau jika bernilai negatif; sedangkan b^* menentukan kualitas warna kuning jika bernilai positif, abu-abu jika bernilai 0, dan biru jika bernilai negatif. Berdasarkan hasil yang diperoleh, a^* positif dan b^* positif, artinya warna yang dihasilkan oleh ikan sumatra albino lebih mengarah ke kuning-merah.

Adanya warna pada ikan hias disebabkan oleh sel warna pada kulit yang disebut dengan sel kromatofora. Sköld *et al.* (2016) mengatakan sel ini merupakan *bearing cell* pada ikan, sehingga mampu membentuk pola dan warna tubuh. Sel kromatofora pada ikan terdiri atas tiga tipe, yaitu melanofora, xantofora, dan iridofora. Peningkatan kualitas warna pada ikan sumatra albino terjadi karena adanya kandungan karotenoid dari penambahan tepung bayam merah dalam pakan yang dimanfaatkan oleh tubuh ikan. Pada perlakuan ini, pemberian tepung bayam merah meningkatkan kualitas warna dibandingkan dengan kontrol 0%. Akan tetapi pada dosis 6%, warna ikan sumatra albino lebih kuning-merah-jingga. Hal tersebut terlihat pada Gambar 1. Penyebab perbedaan warna ikan sumatra albino dari hasil penelitian ini karena adanya perbedaan dosis dan stabilitas karotenoid. Karotenoid merupakan kelompok pigmen yang bewarna kuning, jingga, atau merah jingga, mempunyai sifat larut dalam lemak atau pelarut organik, tetapi tidak larut dalam air (Latscha 1991). Tee & Lim (1991) dan Zhenlei *et al.* (2012) menyatakan bahwa kandungan karotenoid yang terdapat dalam bayam merah adalah senyawa zat warna lutein (sebagai komponen

utama), *zeaxantin*, *violasantin*, *neosantin*, *â-karoten*. Yuliza (2012) mengatakan bahwa pada bagian daun dan batang bayam merah terdapat pigmen betasianin. Banyak jenis senyawa zat karotenoid yang terdapat pada bayam merah. Sulistyaningrum (2014) juga membuktikan isolasi senyawa karotenoid dari tumbuhan bayam merah. Komponen utama karotenoid yang strukturnya menyerupai lutein yang secara umum merupakan pigmen yang paling banyak terdapat pada ikan air tawar dan hanya sedikit pada ikan laut (Gupta *et al.* 2007).

Berdasarkan hasil parameter kualitas warna selama 42 hari, penambahan tepung bayam merah meningkatkan nilai *chroma* (C) ikan sumatra albino tertinggi, sebesar 20,57% pada dosis 6% TBM. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian Nur *et al.* (2017), dengan jenis ikan hias yang sama, sumatra albino yang diberi tepung udang rebon 30% mencapai *chroma* 16,6%. Hal ini menunjukkan bahwa tepung bayam merah lebih baik untuk meningkatkan nilai *chroma*. Hasil penelitian juga mengindikasikan bahwa ikan sumatra albino diduga menyerap lutein dan β -karoten dari tepung bayam merah. Hal ini didukung oleh Sukarman *et al.* (2013) dan Teuku (2015), ikan koi dan ikan mas koki mampu menyerap lutein dan β -karoten dari sumber tanaman.

Goodwin (1986) menjelaskan bahwa ikan tidak dapat secara *de novo* mensintesis karotenoid seperti tumbuhan, tetapi dapat mengubah dan memodifikasi karotenoid yang dicerna ke dalam jaringan tubuh tertentu. Alasan ini dapat dicontohkan seperti ikan mas koki (*Carassius auratus*) yang dapat mengonversi β -karoten, lutein, zeaxantin, dan kantaksantin menjadi astaksantin. Akan tetapi, ikan salmon (*Salmo salar*) dan rainbow trout (*Salmo gairdneri*) tidak

dapat mengoksidasi zeaxantin menjadi astaxantin. Lutein dan β -karoten, merupakan bagian dari karotenoid. Lutein menghasilkan warna kuning dan β -karoten menghasilkan warna jingga. Hasil ini relevan dengan pengamatan secara visual. Simpson *et al.* (1981) mengatakan bahwa warna kuning dan jingga-merah pada ikan disebabkan oleh karotenoid yang disimpan dalam sel kromatofora jenis xanthofora dan eritrofor-lutein. Matsuno (2001) dan Simpson *et al.* (1981) juga menjelaskan bahwa lutein banyak ditemukan pada ikan air tawar dan zeaxantin pada beberapa spesies ikan. Udang (krustase) dan beberapa jenis ikan omnivora diketahui mampu menggunakan β -karoten, baik untuk pro vitamin A maupun pigmentasi (Meyer & Latscha 1997).

Kandungan total karotenoid memperlihatkan adanya hubungan yang erat antara pemberian dosis karotenoid tepung bayam merah dan peningkatan kadar karotenoid dalam tubuh. Jaringan sirip, kulit, dan daging ikan sumatra albino pada perlakuan penambahan dosis 6% TBM karotenoid (45,26 ppm) (Tabel 4) memberikan kualitas warna lebih tinggi daripada perlakuan lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa meningkatnya kandungan karotenoid dalam pakan yang diberikan, juga dapat menyebabkan peningkatan kandungan karotenoid dalam tubuh ikan. Withers (1992) menjelaskan bahwa jaringan tubuh ikan yang banyak mengandung karotenoid adalah kulit dan sirip karena merupakan jaringan yang secara langsung mampu mengekspresikan warna ikan hias. Hal ini terlihat bahwa penambahan dosis 6% TBM mampu meningkatkan nilai karotenoid, yaitu 50,44 ppm pada sirip, 16,10 ppm pada kulit, dan 3,69 ppm pada daging, nilai yang diperoleh lebih tinggi jika dibandingkan dengan

hasil penelitian Novita *et al.* (2018) pada ikan yang sama diberi tepung kepala udang 30% meningkatkan nilai karotenoid sebesar 24,89 ppm pada sirip dan 14,29 ppm pada kulit. Hal ini menunjukkan bahwa penyerapan tepung bayam merah lebih baik pada jaringan tubuh ikan sumatra albino.

Konsentrasi total karotenoid pada masing-masing jaringan diduga sangat bergantung kepada jumlah karotenoid yang diberikan melalui pakan. Menurut Dharmaraj & Dhevendaran (2011), karotenoid yang terdapat pada jaringan sirip, kulit, dan daging ikan berasal dari makanannya karena pigmen tersebut hanya diproduksi oleh tumbuhan, alga, dan mikroorganisme yang mempunyai kemampuan melakukan fotosintesis. Matsuno (2001) menjelaskan bahwa karotenoid yang banyak terdapat di dalam jaringan tubuh ikan, antara lain kriptoxantin, lutein, zeaxantin, diatoxantin, aloxantin, β -karoten, dan astaxantin. Pada umumnya, jenis karotenoid yang mampu dimanfaatkan oleh ikan dan udang dalam proses pigmentasi merupakan jenis karotenoid yang mengandung unsur oksigen yang disebut xanthophyll, kecuali β -karoten (NRC 2011). Meyer & Latscha (1997) juga menjelaskan bahwa β -karoten dikonversi menjadi vitamin A di dalam tubuh ikan, namun dapat dikonversi menjadi astaxantin oleh udang (Yamada *et al.* 1990).

Pertumbuhan bobot menunjukkan tidak ada perbedaan antarperlakuan dan kontrol, namun pada pertumbuhan panjang ikan sumatra albino dengan penambahan tepung bayam merah dosis 2%, 4% dan 6% secara statistik menghasilkan pertumbuhan panjang yang berbeda dengan kontrol yang tidak diberi tepung bayam merah. Hal ini sama dengan penelitian yang dilakukan Sulawesty (1997), pakan dengan

kandungan karotenoid berbeda dari 0–120 mg kg⁻¹ pada ikan pelangi merah menghasilkan bobot yang sama antarperlakuan. Penelitian yang dilakukan Bjerkeng *et al.* (1992) menyebutkan bahwa penambahan karotenoid pada pakan ikan salmon menghasilkan pertumbuhan bobot dan panjang yang lebih tinggi dibandingkan dengan pakan tanpa kandungan karotenoid. Fakta ini mengindikasikan bahwa pengaruh pemberian karotenoid terhadap pertumbuhan bobot dan panjang badan bisa berbeda pada setiap spesies ikan. Hal ini disebabkan oleh kemampuan ikan dalam menyerap nutrisi dari pakan yang diberikan, ketersediaan pakan yang cukup, dan pemanfaatan pakan yang efisien (Yandes *et al.* 2003).

Kondisi kualitas air seperti suhu, oksigen terlarut, dan pH selama penelitian relatif sama (Tabel 6), berada pada kisaran yang baik untuk mendukung perbaikan kualitas warna dan nafsu makan ikan sumatra albino yang dipelihara. Sebagai hewan poikilotermal, ikan sangat bergantung pada suhu. Menurut Rahardjo *et al.* (2011), suhu menjadi salah satu faktor penentu dalam aktivitas, tingkat konsumsi oksigen dan nafsu makan biota akuatik. Suhu selama penelitian berkisar antara 25–27 °C. Kadar oksigen terlarut selama penelitian berkisar antara 5,20–6,70 mg L⁻¹. Derajat keasaman (pH) perairan berkisar antara 6,51–7,10. Pada penelitian ini parameter kualitas air diupayakan tetap terjaga dengan penggunaan aerasi dan penggantian air setiap hari sebanyak 30% dari total volume air sehingga kandungan oksigen terlarut, pH, dan suhu dalam kisaran toleransi ikan sumatra (Boyd 2000).

Kesimpulan

Penambahan tepung bayam merah pada pakan dengan dosis 4 - 6% dapat meningkatkan dan memperbaiki kualitas warna ikan sumatra albino dan memberikan pengaruh yang nyata terhadap perbaikan kualitas warna secara visual.

Daftar pustaka

- Ahila B, Jegan K, Felix N, Raveneswaran K. 2008. Influence of botanical additives on the growth and coloration of adult goldfish *Carassius auratus* (Linnaeus). *Tamil Nadu Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 4(4): 129–134.
- Anderson S. 2000. *Salmon Colour and Consumer*. Hoffman-La Roche Limited, Cambridge Ontario Canada, 45 p.
- Arulvasu CS, Ramya, Meena D, Chandhira-sekar, Sivaganam S. 2013. Evaluation of natural sources of carotenoid pigments from *Rosa rubiginosa* on growth, survival and coloration of *Xiphophorus helleri* fish fry. *Journal of Biological Sciences*, 5(2): 44–49.
- Bjerkeng B, Stotrebakken T, Liaaen S. 1992. Pigmentation of rainbow trout from start feeding to sexual maturation. *Aquaculture*, 108(3–4): 333–346.
- Boyd CE. 2000. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Department of Fisheries and Allied Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University, 700 p.
- Darti SL, Slamet S. 1997. Astaxanthin sebagai suplemen pakan untuk peningkatan warna ikan hias. *Warta Penelitian dan Perikanan Indonesia*, 3(1): 6–8.
- Dharmaraj S, Dhevendran K. 2011. Application of microbial carotenoids as a source of colouration and growth of ornamental fish *Xiphophorus helleri*. *World Journal of Fish Marine Science*, 3(2): 137–144.
- FAO. 2014. *Ornamental fish topics fact sheets*. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department. www.fao.org/fishery/topic/13611/en. [diacu 20 mar 2018].
- Goodwin TW. 1986. Metabolism, nutrition, and function of carotenoids. *Annual Review of Nutrition*, 6(1): 273–297.

- Guillaume JS, Kaushik PB, Métailler R. 2001. *Nutrition and Feeding of Fish and Crustacean*. Praxis Publishing Ltd, Chichester, 408 p.
- Gupta SK, Jha AK, Pal AK, Venkateshwarlu G. 2007. Use of natural carotenoids for pigmentation in fish. *Natural Product Radiance*, 6(1): 46-49.
- International Trade Center. 2017. [Internet]. [diacu feb 25]. Tersedia pada <https://suhana.web.id/2017/01/27/ekonomi-ikan-hias-indonesia-3-perdagangan-ikan-hias-dunia>.
- Kusumawati D, Permana S, Setiawati KH, Haryanti. 2012. Peran gen AIM1 dan intensitas cahaya terhadap karakter pola pigmen ikan badut hitam (*Amphiprion percula*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 7(2): 205-219.
- Latscha T. 1991. Carotenoids in aquatic animal nutrition. In: Akiyama DM and Tan RKH (eds.). *Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop*. American Soybean Association, Singapore, pp. 68-79.
- Mandal B, Mukherjee M, Banerjee S. 2010. Growth and pigmentation development efficiencies in fantail guppy, *Poecilia reticulata* fed with commercially available feeds. *Agricultural Biological Journal of North America*, 1(6): 1264-1267.
- Matsuno T. 2001. Aquatic animal carotenoid. *Fisheries Science*, 67(5): 771-783.
- Meyer SP, Latscha T. 1997. Carotenoids. In: D'Abramo LR, Conklin DE, Akiyama DM (eds.). *Crustacean Nutrition, Advance in World Aquaculture, Volume 6*. World Aquaculture Society, Los Angeles, pp. 164-193.
- Novita T, Sukarman, Asep P, Atin S. 2018. Total karotenoid ikan sumatra albino (*Puntius tetrazona*) yang diberi pakan tambahan tepung kepala udang. *Bioma*, 4(1): 1-9.
- NRC. 2011. *Nutrient Requirement of Fish and Shrimp*. The National Academic Press, Washington DC, 376 p.
- Nur A, Niken AP, Mulyadi, Sukarman. 2017. Peningkatan kualitas warna dan pertumbuhan ikan albino tiger barb (*Puntius tetrazona*) dengan pemberian pakan yang mengandung tepung udang rebon. *Berka-la Perikanan Terubuk*, 45(3): 44-56.
- Rahardjo MF, Syafei DS, Affandi R, Sulistiono. 2011. *Iktiologi*. Penerbit Lubuk Agung. Bandung. 396 hlm.
- Saxena A. 1994. Health: colouration of fish. *Proceedings of International Symposium on Aquatic Animal Health: Program and Abstracts*. University of California, School of Veterinary Medicine, California, 94 p.
- Sholichin I, Haetami K, Suherman H. 2012. Pengaruh penambahan tepung rebon pada pakan buatan terhadap nilai *chroma* ikan maskoki (*Carassius auratus*). *Perikanan dan Kelautan*, 3(4): 185-190.
- Simpson K, Katayama LT, Chichester CO. 1981. Carotenoid in fish feeds. In: Bauernfeind JC (ed.). *Carotenoids as Colorants and Vitamin a Precursors*. Academic, New York, pp. 463-538.
- Sköld HN, Aspengren S, Cheney KL, Wallin M. 2016. Fish chromatophores from molecular motor to animal behavior. *International Review of Cell and Molecular Biology*, 321: 171-219.
- Sukarman. 2017. Kombinasi astaxantin, cantaxantin dan ekstrak bunga marigold dalam pakan untuk meningkatkan kualitas warna ikan clown *Amphiprion percula* Tesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 60 p.
- Sukarman, Hirnawati R. 2014. Alternatif karotenoid sintesis (astaxanthin) untuk meningkatkan kualitas warna ikan koki (*Carassius auratus*). *Widyaiset*, 17(3): 333-342.
- Sukarman, Hirnawati R, Subandiyah S, Meilisza N, Subamia WI. 2013. Penggunaan tepung bunga marigold dan tepung *Haematococcus pluvialis* sebagai sumber karotenoid pengganti *astaxanthin* untuk meningkatkan kualitas warna ikan koi. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9(2): 237 – 249.
- Sulawesty F. 1997. Perbaikan penampilan warna ikan pelangi merah (*Glossogobius aureus*) jantan dengan menggunakan karotenoid total dari rebon. *Limnotek Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 5(1): 23–29.

- Sulistyaningrum N. 2014. Isolasi dan identifikasi struktur karotenoid dari ekstrak bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.). *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 4(2): 75-82.
- Tee SE, Lim CL. 1991. Carotenoid composition and content of Malaysian vegetables and fruits by the AOAC and HPLC methods. *Food Chemistry*, 41(3): 309-339.
- Teimouri M, Amirkolaie AK, Yeganeh S. 2013. The effects of *Spirulina plantesis* meal as a feed supplement on growth performance and pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 396-399: 14-19.
- Teuku FH. 2015. Pengaruh dosis karotenoid bayam merah pada pakan buatan terhadap performa ikan maskoki (*Carasius auratus*). *Tesis*. Universitas Hasanuddin, 60 p.
- Uthayasiva M. 2014. Significance of light intensity to enhance the colour of marine ornamental fish *Amphiprion clarkii* (Bennett, 1830) in captivity. *International Journal of Fauna and Biology Studies*, 1(4): 14-18.
- Withers PC. 1992. *Comparative Animal Physiology*. Brook Cole_Tomson Learning, Fort Worth Texas USA. 111 p.
- Yandes ZR, Affandi R, Mokoginta I. 2003. Pengaruh pemberian selulosa dalam pakan terhadap kondisi biologis ikan gurame (*Osphronemus gouramy* Lac). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 3(1): 27-32.
- Yamada S, Tanaka Y, Sameshina M, Ito Y. 1990. Pigmentation of prawn (*Panaeus japonicus*) with carotenoid: I. Effect of dietary astaxanthin, betacaroten and cantaxanthin on pigmentation. *Aquaculture*, 87(3-4): 323-330.
- Yuliza FY. 2012. Identifikasi *betasianin* dan uji antioksidan dari ekstrak daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) serta aplikasinya sebagai zat warna. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana. Universitas Andalas. 41 p.
- Zhenlei X, Gene EL, Yaguang L, Qin W. 2012. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60 (31), pp 7644-7651.

Karakteristik morfologis populasi ikan tawes *Barbonymus gonionotus* (Bleeker, 1849) dari lokasi perairan berbeda di Provinsi Jawa Tengah

[Morphological characteristics of silver barb fish population *Barbonymus gonionotus* (Bleeker, 1849) from different waters locations in Central Java Province]

Hasan Ayyubi✉, Agung Budiharjo, Sugiyarto

Jurusan Biosain, Fakultas Pascasarjana Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No.36A, Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57126

Diterima: 5 Agustus 2018; Disetujui: 31 Desember 2018

Abstrak

Populasi ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) terdapat di Sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng, Sungai Opak, dan Waduk Gajah Mungkur. Aliran Sungai Bengawan Solo bertemu dengan aliran Sungai Dengkeng sedangkan aliran Sungai Opak terpisah dari keduanya. Hal ini menjadikan sebuah fenomena keterpisahan populasi yang menarik untuk diteliti keragaman dan pengelompokan antar populasi melalui penanda morfologis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keragaman ikan tawes di Sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng, Sungai Opak, dan Waduk Gajah Mungkur berdasarkan karakter morfologis. Pengukuran karakter morfologis dengan metode morfometrik dengan 14 karakter morfologis yang diukur. Pengukuran faktor fisika kimia air meliputi suhu, kuat arus, kedalaman, pH, oksigen terlarut, dan substrat. Hasil penelitian menunjukkan karakter morfologis pembeda keempat populasi tersebut yang dominan pada ikan tawes adalah tinggi sirip dorsal, panjang moncong, dan tinggi batang ekor. Analisis kelompok menunjukkan populasi ikan tawes Sungai Bengawan Solo memiliki karakter morfologis lebih mirip dengan Sungai Dengkeng daripada Sungai Opak dan Waduk Gajah Mungkur karena kemiripan habitat dan kedekatan lokasi. Faktor lingkungan yang paling berpengaruh adalah perbedaan kuat arus perairan.

Kata penting: ikan tawes, morfometrik, sungai, waduk.

Abstract

There are population of silver barb (*Barbonymus gonionotus*) in Bengawan Solo River, Dengkeng River, Opak River and Gajah Mungkur Reservoir. Bengawan Solo River's flow meets Dengkeng River's flow while Opak River's flow separated from the two other made an interesting phenomenon of population separability to study diversity and grouping between populations through morphological markers. The study aimed to analyze the diversity of silver barb in the Bengawan Solo River, Dengkeng River, Opak River and Gajah Mungkur Reservoir based on morphological characters. Measurement of morphological characters with morphometric methods with 14 measured morphological characters. Measurement of water chemical and physical factors include temperature, current velocity, depth, pH, dissolved oxygen and substrate. The result showed that the four distinguished morphological characteristics of the population predominantly in silver barb (*B. gonionotus*) were the dorsal depth, snouth length and caudal pundacle depth. Group analysis showed that silver barb population of the Bengawan Solo River had morphological characters more similar to the Dengkeng River than Opak River and Gajah Mungkur Reservoir because of the similarity of the habitat and proximity of the location. Based on the most influential environmental factors is the difference in current velocity.

Keywords: silver barb, morphometric, river, reservoir

Pendahuluan

Indonesia memiliki banyak spesies ikan yang termasuk famili Cyprinidae dan tersebar di perairan Pulau Jawa, Kalimantan, dan Sumatera. Salah satunya adalah ikan tawes, *Barbonymus gonionotus* atau juga dikenal dengan nama bader putihan. Ikan ini merupakan spesies asli Indonesia (Kottelat *et al* 1993) yang merupakan

salah satu kekayaan alam perairan Indonesia terutama di Pulau Jawa.

Penelitian terhadap ikan tawes sudah pernah dilakukan oleh Kusmini *et al.* (2009) dengan membandingkan ikan tengadak (*Barbonymus schwanefeldii*) dan ikan tawes (*B. gonionotus*) dari Jawa Barat melalui penanda RAPD (*Random Amplified Polimorfism DNA*). Hasil penelitian menunjukkan adanya keragaman

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: hasan.ayb1992@gmail.com

genetik antara ikan tengadak dan ikan tawes yang mengindikasikan bahwa jenis ikan tersebut memiliki perbedaan genetik yang nyata walau pun sama-sama dari Jawa Barat. Belum ada penelitian keragaman antarikan tawes sebelumnya terutama pada populasi ikan tawes di sungai Jawa Tengah yakni Sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng, Sungai Opak, dan Waduk Gajah Mungkur. Ketiga sungai tersebut memiliki aliran unik yakni aliran Sungai Dengkeng bertemu dengan aliran Sungai Bengawan Solo sedangkan aliran Sungai Opak terpisah dari keduanya. Hal tersebut menjadikan sebuah fenomena keterpisahan populasi ikan tawes menjadi dua atau lebih yang menarik untuk diteliti bagaimana keragamannya.

Langkah paling awal dalam menentukan keragaman suatu populasi yaitu melalui penanda morfologis (Na'iem 2000). Menurut Haryono (2001), ikan bertulang sejati (Osteichthyes) menunjukkan adanya variasi karakter morfologis pada letak geografis yang berbeda. Pada suatu spesies yang terpisah oleh letak geografis, maka tingkat isolasi yang cukup akan menghasilkan perbedaan morfologi yang nyata antarstok atau populasi dalam spesies yang sama dikarenakan mempertahankan aliran gen (*gen flow*) pada populasi tersebut (Turan *et al.* 2004). Contoh variasi karakter morfologis pada letak geografis yang berbeda melalui morfometrik dilakukan oleh Khan *et al* (2013) dalam penelitiannya tentang variasi intraspesifik ikan gabus (*Channa punctatus*) di tiga sungai yang berbeda (Sungai Gangga, Yamuna, dan Gomti) dengan 27 karakter morfologis dan terdapat 23 karakter morfologis berbeda signifikan dari tiga populasi sungai tersebut.

Selain faktor genetik, keragaman ikan juga dapat dipengaruhi oleh lingkungan melalui

adaptasi bentuk tubuh, warna dan sirip pada kondisi lingkungan perairan di mana makhluk tersebut hidup (Matthews 1998). Ikan memiliki kemampuan beradaptasi pada habitat yang heterogen, contoh pada ordo Perciformes yang memiliki sirip lebih fleksibel dalam menyesuaikan dengan lingkungan (Gosline 1971). Beberapa spesies kelas Actinopterygii menunjukkan bahwa kebiasaan makan ikan dan pergerakan dalam lingkungan dapat memicu perbedaan morfologis intraspesies (Santos *et.al* 2010).

Penanda karakter morfologis yang dapat digunakan untuk mengetahui keragaman adalah morfometri. Morfometri digunakan untuk mengukur ciri-ciri khusus, hubungan variasi dalam taksonomi populasi ikan dan sangat berguna untuk menilai variasi bentuk karena perbedaan geografis (Baur & Leuenberger 2011). Morfometri memiliki manfaat untuk menggambarkan secara lebih akurat indeks panjang tubuh, lebar tubuh dan tinggi tubuh yang mampu mengidentifikasi perbedaan antarspesies, mendeskripsikan pola keragaman morfologis antarpopulasi atau spesies serta mengklasifikasikan dan menduga hubungan filogenik (Haryono 2001).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keragaman populasi ikan tawes dari Sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng, Sungai Opak dan Waduk Gajah Mungkur berdasarkan karakter morfologis dan menganalisis pengelompokannya melalui metode morfometrik.

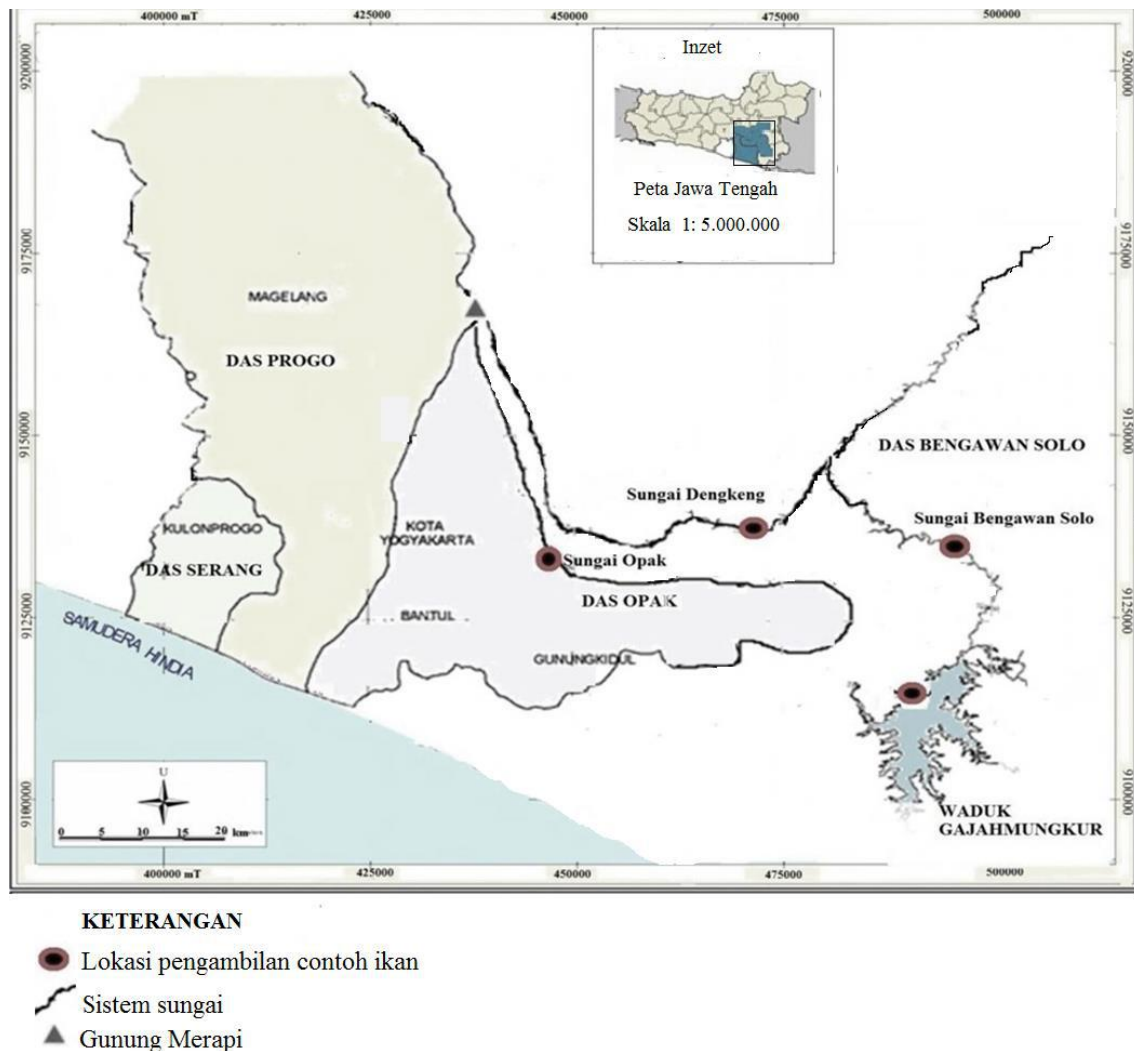
Bahan dan metode

Penelitian dilakukan pada bulan Februari hingga April 2018. Pengambilan contoh ikan dilakukan pada empat titik di empat lokasi yang berbeda (Gambar 1) dan merupakan tangkapan dari alam yakni:

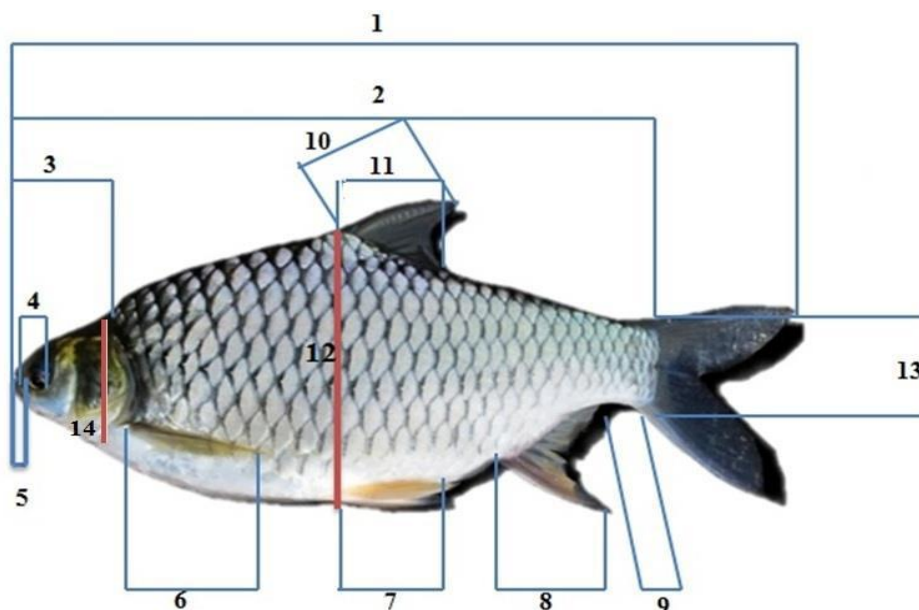
1. Sungai Bengawan Solo ($7^{\circ}45'6,37''$ LS dan $110^{\circ}54'0,26''$ BT), Kabupaten Sukoharjo;
2. Sungai Dengkeng ($7^{\circ}45'23,14''$ LS dan $110^{\circ}41'32,24''$ BT), Kabupaten Klaten;
3. Sungai Opak ($7^{\circ}46'39,53''$ LS dan $110^{\circ}28'19,19''$ BT), Kabupaten Sleman;
4. Waduk Gajah Mungkur ($7^{\circ}51'27''$ LS dan $110^{\circ}54'22''$ BT), Kabupaten Wonogiri.

Pengambilan contoh ikan

Pemilihan stasiun pengambilan contoh ikan didasarkan pada lokasi yang terdapat populasi ikan tawes pada masing-masing sungai. Penangkapan ikan tawes dengan pancing dan jala lempar. Pancing yang digunakan adalah pancing bergagang besi dengan panjang antara 2 hingga 3 meter dengan umpan lumut dan pakan modifikasi. Jaring lempar dengan tali penarik dan pemberat di bagian tepi jaring jala dengan ukuran 3 meter.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan contoh ikan
(Sumber: Balai Besar Sungai Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta)



Gambar 2. Karakter morfologis yang diamati

Tabel 1. Karakter morfologis ikan tawes yang diukur

No	Karakter morfologis	Notasi	Deskripsi
1	Panjang total (<i>Total length</i>).	TL	Jarak antara ujung bagian kepala terdepan dengan ujung sirip kaudal yang paling belakang.
2	Panjang baku (<i>Standard length</i>).	SL	Jarak antara ujung bagian kepala terdepan dengan pelipatan pangkal sirip caudal.
3	Panjang kepala (<i>Head length</i>).	HL	Jarak antara ujung bagian kepala terdepan dari hidung hingga ujung terbelakang dari keping tutup insang.
4	Diameter mata (<i>Eye diameter</i>)	ED	Panjang garis tengah rongga mata.
5	Panjang moncong (<i>snouth length</i>)	SnL	Jarak awal mulut sampai ujung mulut.
6	Panjang sirip dada (<i>Pectoral fin length</i>)	PFL	Jarak antara pangkal sirip hingga ujung terpanjang dari sirip pectoral.
7	Panjang sirip perut (<i>Ventral fin length</i>)	VFL	Jarak antara pangkal sirip hingga ujung terpanjang dari sirip ventral.
8	Panjang sirip anal (<i>Anal fin length</i>)	AFL	Jarak antara pangkal sirip hingga ujung terpanjang dari sirip anal.
9	Panjang batang ekor (<i>Caudal pundacle length</i>)	CPL	Jarak miring antara ujung dasar sirip anal dan pangkal jari-jari tengah sirip caudal.
10	Tinggi sirip dorsal (<i>Dorsal depth</i>)	DD	Jarak dasar dari jari-jari sampai ujung jari-jari terpanjang sirip dorsal.
11	Panjang dasar sirip dorsal (<i>Dorsal base length</i>)	DBL	Jarak antara pangkal jari-jari pertama dengan tempat selaput sirip di belakang jari-jari terakhir sirip dorsal bertemu dengan badan.
12	Tinggi badan (<i>Body depth</i>)	BD	Diukur pada bagian ventral tertinggi antara bagian dorsal dengan ventral.
13	Tinggi batang ekor (<i>Caudal pundacle depth</i>)	CPD	Diukur pada bagian batang ekor pada tempat yang terendah.
14	Tinggi kepala (<i>Head depth</i>)	HD	Diukur dari bagian kepala atas sampai kepala bawah.

Sumber: Schindler & Schmidt (2006)

Pengambilan contoh ikan

Pemilihan stasiun pengambilan contoh ikan didasarkan pada lokasi yang terdapat populasi ikan tawes pada masing-masing sungai. Penangkapan ikan tawes dengan pancing dan jala lempar. Pancing yang digunakan adalah pancing bergagang besi dengan panjang antara 2 hingga 3 meter dengan umpan lumut dan pakan modifikasi. Jaring lempar dengan tali penarik dan pemberat di bagian tepi jaring jala dengan ukuran 3 meter.

Sampel yang diperoleh dipilih sehingga didapat lima sampel dari setiap lokasi dengan ketentuan panjang ikan minimal 10 cm untuk mendapatkan sampel yang tidak terlalu heterogen. Ikan sampel dibersihkan dan diambil gambar menggunakan kamera Canon *powershot* 480 dan diukur 14 karakter morfologis (Tabel 1 dan Gambar 2) menggunakan penggaris dan kaliper.

Pengukuran parameter fisik kimiawi air

Pengukuran faktor fisik kimiawi air dua kali pengulangan meliputi suhu air, kuat arus, pH, kadar oksigen terlarut, dan substrat dasar.

- Suhu air diukur menggunakan termometer yang dicelupkan ke dalam badan air sekitar 2 cm selama beberapa menit.
- Kuat arus diukur dengan menggunakan bola pingpong berisi setengah volume air yang dialirkan kemudian waktu bola pingpong diukur dengan stopwatch per satu meter.
- pH diukur dengan cara memasukkan pH meter ke dalam sampel air kemudian mencatat angka yang tertera pada pH meter.
- Kadar oksigen terlarut diukur menggunakan DO meter dengan cara memasukkannya ke

dalam sampel air kemudian mencatat angka yang tertera pada DO meter.

- Substrat diketahui dengan cara substrat diambil dari dasar perairan dan diamati.

Analisis data

Data hasil pengukuran morfologis terlebih dahulu ditransformasikan dengan rumus Schindler & Schmidt (2006) sebagai berikut:

$$M_{trans} = M \times \frac{100}{TL}$$

Keterangan: M_{trans} = ukuran karakter hasil transformasi, M = data pengukuran awal karakter, TL = panjang total

Selanjutnya untuk menganalisis variasi morfologis dari setiap sampel dan lokasi dilakukan uji ragam satu arah (*one-way ANOVA*). Analisis dilakukan dengan bantuan program *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 16. Pemisahan antarpopulasi menggunakan metode *Canonical Discriminant Analysis*.

Hasil

Pengukuran morfometrik

Data pengukuran 14 karakter morfometrik ikan tawes yang berasal dari Sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng Kabupaten Klaten, Sungai Opak Kabupaten Sleman, dan Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri ditunjukkan pada Tabel 2. Perbandingan 14 karakter morfometrik terhadap panjang total disajikan pada Tabel 3.

Rerata pengukuran contoh ikan pada masing-masing lokasi menunjukkan adanya perbedaan karakter morfologis ikan tawes. Perbandingan karakter morfologis terhadap panjang total dipresentasikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Rerata karakter morfologis ikan tawes pada Sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng, Sungai Opak dan Waduk Gajah Mungkur.

Karakter morfologis	S. Bengawan Solo (cm)	S. Dengkeng (cm)	S. Opak (cm)	Waduk Gajah Mungkur (cm)
Panjang total	17,7 ±0,42	18,8 ±1,30	20,4 ±1,24	20,4±3,05
Panjang baku	14,98 ±0,02	15,38 ±0,53	17 ±0,71	16,46±2,58
Panjang kepala	2,96 ±0,04	3,38 ±0,24	4,06 ±0,52	3,64±0,44
Diameter mata	1,78 ±0,15	2,08 ±0,18	2,1 ±0,09	1,86±0,28
Panjang moncong	0,98 ±0,02	1,1 ±0,14	1,12 ±0,06	0,76±0,15
Tinggi sirip dorsal	1,48 ±0,02	1,88 ±0,53	2,04 ±0,20	3,18±1,01
Panjang dasar sirip dorsal	2,94 ±0,05	3,38 ±0,24	3,52 ±0,29	2,68±0,96
Diameter mata	1,98 ±0,02	1,38 ±0,17	1,5 ±0,24	1,02±0,08
Panjang batang ekor	2,02 ±0,04	2,4 ±0,53	3,02 ±0,02	2,46±0,32
Panjang sirip dada	2,04 ±0,06	2,3 ±0,56	2,88 ±0,29	3,22±0,72
Panjang sirip perut	1,98 ±0,02	2,38 ±0,45	2,64 ±0,42	2,68±0,42
Tinggi kepala	3,46 ±0,04	3,74 ±0,32	4,34 ±0,38	3,72±0,24
Tinggi badan	6,68±0,05	7,20±0,32	8,04±0,17	7,24±0,25
Panjang sirip anal	1,94 ±0,15	2,24 ±0,18	2,66 ±0,09	2,7±0,55

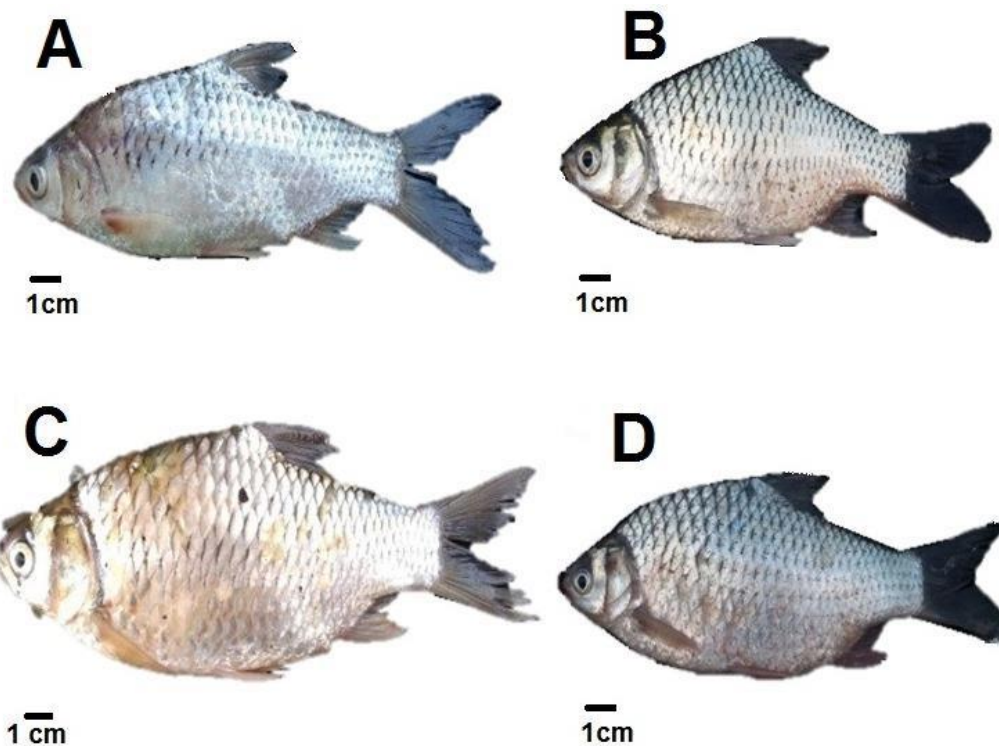
Tabel 3. Rerata perbandingan panjang total dengan karakter morfologi ikan tawes pada Sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng, Sungai Opak dan Waduk Gajah Mungkur.

Karakter morfologis	S. Bengawan Solo (%)	S. Dengkeng (%)	S. Opak (%)	Waduk Gajah Mungkur (%)
Panjang total	100	100	100	100
Panjang baku	86	82	85	78
Panjang kepala	17	18	20	17
Diameter mata	10	11	10	9
Panjang moncong	6	6	6	4
Tinggi sirip dorsal	9	10	10	15
Panjang dasar sirip dorsal	17	17	17	13
Diameter mata	6	6	6	5
Panjang batang ekor	12	13	15	12
Panjang sirip dada	12	14	14	15
Panjang sirip perut	11	12	13	13
Tinggi kepala	20	20	21	18
Tinggi badan	38	38	41	35
Panjang sirip anal	13	12	13	13

Rerata perbandingan karakter morfologis terhadap panjang total menunjukkan adanya variasi. Contoh pada karakter tinggi badan ikan tawes di Sungai Opak lebih tinggi yaitu 41% sehingga terlihat lebih lebar dibandingkan ikan tawes di Sungai Bengawan Solo yaitu 38% yang

lebih ramping. Contoh ikan pada masing-masing sungai ditunjukkan pada Gambar 3.

Berdasarkan analisis ANOVA *multiple comparisson*, dari 14 karakter morfometrik, terdapat karakter yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$). Karakter yang dimaksud tertera pada Tabel 4.



Gambar 3. Contoh ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) dari empat lokasi. A) ikan tawes dari Sungai Bengawan Solo, B) ikan tawes dari Sungai Dengkeng Kabupaten Klaten, C) ikan tawes dari Sungai Opak Kabupaten Sleman, D) ikan tawes dari Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri.

Tabel 4. Karakter pembeda ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) dari Sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng, Sungai Opak, dan Waduk Gajah Mungkur

No	Perbandingan habitat	Karakter pembeda	Perbedaan (%)	Karakter morfologis
1	Sungai Dengkeng dengan Sungai Opak	1 dari 14 karakter	7,14	CPD
2	Sungai Dengkeng dengan Waduk Gajah Mungkur	2 dari 14 karakter	14,28	DD, SnL
3	Waduk Gajah Mungkur dengan Sungai Opak	4 dari 14 karakter	28,57	DbL, CPD, SnL, DD
4	Waduk Gajah Mungkur dengan Sungai Bengawan Solo	5 dari 14 karakter	35,71	SnL, TL, DD, CPD, PFL
5	Sungai Bengawan Solo dengan Sungai Opak	6 dari 14 karakter	42,86	TL, HL, CPD, PFL, HD, BD

Keterangan: TL= panjang total, HL=panjang kepala, SnL= panjang moncong, PFL= panjang sirip dada, BD= tinggi badan, CPD= tinggi batang ekor, HD= tinggi kepala, DBL= panjang dasar sirip dorsal, DD= tinggi sirip dorsal

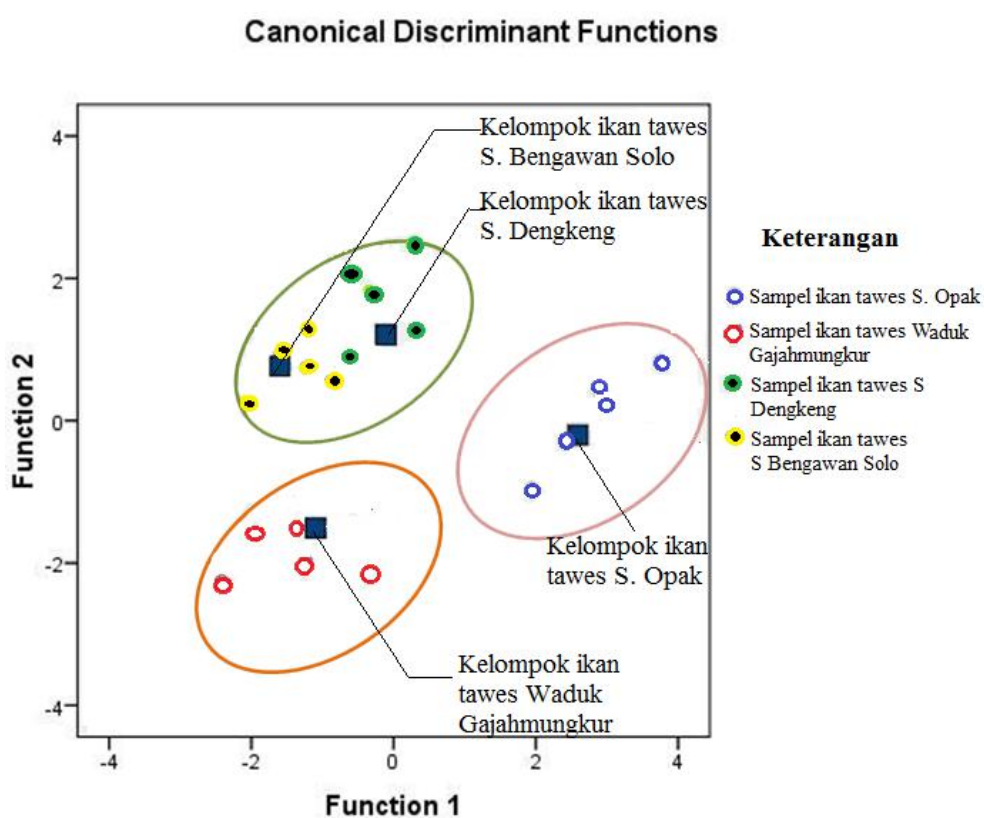
Tabel 4 menunjukkan karakter pembeda yang ditemukan pada ikan tawes dari empat lokasi berdasarkan analisis morfometrik. Berdasarkan uji ANOVA karakter beda nyata tidak

sama pada masing-masing habitat. Ikan tawes Sungai Bengawan Solo dengan Sungai Opak menunjukkan perbedaan karakter morfologis yang paling banyak yakni enam karakter pem-

beda, TL (panjang total), HL (panjang kepala), CPD (tinggi batang ekor), PFL (panjang sirip dada), HD (tinggi kepala), dan BD (tinggi badan). Ikan tawes Sungai Bengawan Solo dengan Sungai Dengkeng tidak ada karakter morfologis yang berbeda signifikan, artinya populasi ikan tawes keragamannya sedikit bahkan sangat mirip. Namun ikan tawes Sungai Bengawan Solo dan Sungai Dengkeng apabila dibandingkan dengan ikan tawes dari Sungai Opak maupun dari Waduk Gajah Mungkur masih terdapat variasi. Hal tersebut dibuktikan berdasarkan uji diskriminasi pengelompokan sebagaimana terlihat pada Gambar 4.

Berdasarkan uji diskriminasi dari karakter morfologis ikan tawes empat lokasi sungai yang berbeda menunjukkan ada tiga pengelompokan (Gambar 4). Ikan tawes yang berada pada

satu kelompok yakni ikan tawes yang berasal dari Sungai Bengawan Solo dan Sungai Dengkeng Kabupaten Klaten. Ikan tawes Sungai Opak Kabupaten Sleman dan ikan tawes yang berasal dari Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri berada pada kelompok sendiri. Pada korelasi negatif (sebelah kiri) pengelompokan ikan tawes Sungai Bengawan Solo dan ikan tawes Sungai Dengkeng yang memiliki lokasi penangkapan yang lebih dekat, bisa diambil kesimpulan bahwa kedua jenis ikan tersebut hampir memiliki karakter morfometrik yang sama. Kedua fungsi menunjukkan bahwa antara populasi ikan tawes Sungai Bengawan Solo dan ikan tawes Sungai Dengkeng memiliki kemiripan karakter morfometrik dan kerapatan atau kemiripan yang tinggi karena terjadi tumpang tindih kelompok dari analisis diskriminan.



Gambar 4. Pemisahan ikan tawes berdasarkan karakter morfologis dari empat lokasi berbeda menggunakan analisis diskriminan program SPSS (lingkaran menunjukkan pemusatan pengelompokan populasi ikan tawes).

Tabel 5. Parameter kualitas air pada empat lokasi habitat perairan

Parameter	Lokasi Penelitian											
	BS			SD			SO			GM		
	1	2	Rerata	1	2	Rerata	1	2	Rerata	1	2	Rerata
Suhu air (°C)	29,8	29,4	29,6	27,8	28,2	28	26,4	27,3	26,9	27	27	27
Kuat arus (m dt ⁻¹)	0,81	0,77	0,79	0,43	0,39	0,41	0,24	0,28	0,26	0	-	0
Kedalaman (m)	0,62	-	0,62	0,5	-	0,5	0,8	-	0,8	4	-	4
Oksigen terlarut (mg L ⁻¹)	7,2	7,6	7,4	6,2	6,2	6,2	6,4	6,4	6,4	4	6	5
pH	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7	7	7	8	8	7,5
Tekstur sedimen	Pasir			Pasir			Pasir			Lumpur		

Keterangan: BS. Sungai Bengawan Solo, SD. Sungai Dengkeng Kabupaten Klaten, SO. Sungai Opak Kabupaten Sleman, GM. Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri

Parameter lingkungan

Pengukuran kualitas air pada empat stasiun dilakukan dua kali pengulangan dengan rata-rata hasil ditunjukkan pada Tabel 5. Suhu air paling tinggi di Sungai Bengawan Solo yakni 29,6°C sedangkan suhu air paling rendah di Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri yakni 27°C. Kuat arus paling tinggi di Sungai Bengawan Solo yakni 0,79 m dt⁻¹. Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri tidak memiliki arus. Kadar oksigen terlarut paling tinggi di Sungai Bengawan Solo yaitu 7,4 mg L⁻¹ sedangkan oksigen terlarut paling rendah di Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri yaitu 4 mg L⁻¹. Tingkat keasaman (pH) antara 7-7,5. Tekstur sedimen pada Sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng Kabupaten Klaten, dan Sungai Opak Kabupaten Sleman adalah pasir; sedangkan tekstur sedimen pada Waduk Gajah Mungkur adalah lumpur.

Pembahasan

Karakter morfologis pembeda

Hasil uji *one-way* ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan lokasi tangkapan memberikan perbedaan yang nyata terhadap beberapa karakter morfometrik yang diteliti ($P > 0,05$). Dari 14 data morfometri tubuh ikan yang diukur karakter morfologis pembeda pada keempat habitat ikan tawes adalah SNL (panjang moncong), DD (tinggi sirip dorsal), CPD (tinggi batang ekor), PFL (panjang sirip dada), BD (tinggi badan), HD (tinggi kepala), DBL (panjang sirip dorsal), HL (panjang kepala) dan TL (panjang total). Setiap spesies ikan memiliki ciri morfometrik yang berbeda sebagai pembeda utama. Perbedaan karakter morfologi tiap populasi tidak sama namun pada keempat populasi tersebut yang dominan pada ikan tawes (*B. gonionotus*) adalah tinggi sirip dorsal, panjang moncong dan tinggi batang ekor. Karakter-karakter yang menjadi pembeda utama tersebut mewakili keragaman morfologi dalam suatu populasi ikan. Wulandari (2013) menyatakan bahwa lebar badan dan tinggi badan merupakan karakter pembeda utama pada ikan *Tor tambroides*. Pada ikan gabus

(*Chana striata*) di lokasi geografis yang berbeda di Sumatra pembeda karakter morfologis adalah ujung kepala morfometrik tulang hingga mulai sirip perut, sirip perut awal hingga awal sirip dorsal dengan nilai 89% (Guci *et al.* 2014).

Terdapat 6 dari 14 karakter morfologis TL (panjang total), HL (panjang kepala), CPD (tinggi batang ekor), PFL (panjang sirip dada), HD (tinggi kepala), BD (tinggi badan) dengan nilai 42,86% antara ikan tawes Sungai Bengawan Solo dengan Sungai Opak dengan jarak titik pengambilan ± 60 km. Sungai Bengawan Solo dengan Sungai Dengkeng dengan jarak ± 25 km dan alirannya bertemu tidak terdapat karakter beda nyata ($P > 0,05$), menunjukkan bahwa ikan tawes pada lokasi Sungai Bengawan Solo dan Sungai Dengkeng dengan penangkapan ikan yang berdekatan memiliki kemiripan karakter morfologis yang lebih mirip daripada ikan yang ditangkap di Sungai Opak. Sebagaimana Khan *et al.* (2013) yang meneliti variasi morfometrik ikan gabus *C. punctatus* di Sungai Gangga, Yamuna dan Gomti. Sungai Gangga dan Yamuna dengan jarak lebih jauh (± 400 km) memiliki perbedaan karakter morfologis yang lebih tinggi. Variasi morfometrik suatu populasi pada kondisi geografis yang berbeda dapat disebabkan oleh perbedaan struktur genetik dan kondisi lingkungan (Tzeng *et al.* 2001).

Aspek genetik

Implikasi dari keragaman intraspesies ikan tawes pada lokasi pengambilan contoh ikan yang lebih jauh yang terpisah atau tidak bertemu bisa terjadi karena isolasi. Ikan yang hidup terpisah mengalami isolasi reproduktif. Hal itu mengakibatkan ikan-ikan sejenis yang hidup di lokasi yang terpisah hanya melakukan perkawinan antaranggota dalam populasinya sendiri

sehingga tidak ada aliran gen yang masuk dalam populasi tersebut. Dalam populasi yang kecil, perkawinan antaranggota dalam populasinya sendiri yang berlangsung dalam waktu yang lama memungkinkan terjadinya susunan gen yang hampir seragam pada populasi tersebut (Budiharjo 2001). Hal ini diperkuat oleh Turan *et al.* (2004) yang menyatakan bahwa tingkat isolasi menghasilkan perbedaan morfometrik yang nyata antarstok atau populasi dalam spesies yang sama karena mempertahankan aliran gen (*gen flow*) pada populasi tersebut. Aliran gen adalah faktor kunci dalam keragaman genetik dalam populasi (Palstra & Ruzzante 2008). Worsham *et al.* (2017) menyatakan bahwa isolasi geografis memainkan peranan kunci dalam evolusi dan isolasi reproduksi pada morfologi suatu spesies yang berbeda. Penelitian mereka menunjukkan bahwa suatu spesies akan dibentuk oleh suatu populasi yang telah dibatasi oleh distribusi sepanjang aliran air atau sungai. Kusmini *et al.* (2009) menyatakan bahwa isolasi karena perbedaan jarak merupakan salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan akan memengaruhi laju aliran gen antara lokasi yang terpisah dan pada akhirnya akan mengakibatkan meningkatnya keragaman.

Aspek lingkungan

Berdasarkan parameter lingkungan yang diukur dari keempat lokasi sebagian besar menunjukkan perbedaan yang tidak mencolok lokasi satu dengan yang lain bahkan hampir sama. Dari lima parameter yang diukur, arus merupakan parameter yang mempunyai perbedaan besar. Perbedaan arus pada stasiun Sungai Bengawan Solo $0,79 \text{ cm det}^{-1}$ atau 79 m det^{-1} tergolong cepat sedangkan aliran arus Sungai Dengkeng dan Sungai Opak tergolong sedang.

Sebagaimana kategori dalam Goldman & Home (1983) bahwa kecepatan arus air dibedakan menjadi beberapa kelompok yaitu arus yang sangat cepat ($\geq 100 \text{ cm det}^{-1}$), arus cepat ($50\text{--}100 \text{ cm det}^{-1}$), arus sedang ($25\text{--}49 \text{ cm det}^{-1}$), arus lambat ($10\text{--}24 \text{ cm det}^{-1}$) dan arus sangat lambat ($<10 \text{ cm det}^{-1}$).

Waduk Gajah Mungkur merupakan tipe perairan lentik yakni tidak ada arus. Berdasarkan pengukuran indeks panjang dan lebar tubuh ikan tawes di waduk Gajah Mungkur, ikan tawes cenderung lebih besar (Gambar 3d) dengan presentasi perbandingan panjang total terhadap tinggi badan sebesar 41% (Tabel 3), hal tersebut berkaitan dengan penyesuaian terhadap lingkungan. Ikan tawes sungai cenderung melawan arus dan bergerak lebih aktif dibandingkan ikan perairan lentik yang tidak berarus (Santos *et al.* 2010). Haas *et al.* (2010) mengidentifikasi bentuk tubuh yang semakin ramping pada ikan di habitat sungai dengan arus dibandingkan pada habitat laguna (lentik). Menurut Berner *et al.* (2009), kehidupan ikan punggung duri (*Pungitius pungitius*, *Gasterosteus aculeatus* dan *G. wheatlandi*) di air yang mengalir deras memerlukan adaptasi untuk berenang melawan arus atau menghindarinya dengan memodifikasi struktur mulut dan sirip perut atau dorsal. Secara umum bentuk tubuh ikan tawes di Sungai Bengawan Solo sedikit lebih ramping daripada ikan tawes dari sungai lainnya (Gambar 3), dilihat dari perbandingan panjang total dengan tinggi kepala dan tinggi badan (Tabel 3). Posisi ini berkaitan dengan kemudahan bergerak ikan karena dapat memperkecil gesekan dengan air yang berarus deras dan juga kondisi ikan yang lebih aktif bergerak. Kecepatan arus yang deras menyebabkan hanya jenis-jenis ikan yang tahan terhadap arus yang dapat hidup di perairan

tersebut, ikan cenderung beradaptasi dengan memiliki tubuh yang ramping (Whitton 1975). Sebagaimana Dugas *et al.* (2016) dalam risetnya tentang perampingan tubuh ikan *Cyprinella whipplei* famili Cyprinidae akibat kecepatan arus sungai yang menunjukkan peningkatan kemampuan dalam berenang. Wulandari (2013) menyatakan bahwa faktor lingkungan yang paling berpengaruh terhadap terjadinya variasi morfologi pada ikan *Tor tambroides* dalam satu spesies adalah faktor fisik terutama arus.

Pengukuran parameter lain tidak menunjukkan perbedaan yang besar. Suhu di lokasi penelitian berkisar antara $26\text{--}30^{\circ}\text{C}$. Stasiun Sungai Opak mempunyai suhu lebih rendah yakni $26,9^{\circ}\text{C}$. Hal ini disebabkan lingkungan Sungai Opak lebih banyak vegetasi di sekitar sungai dan kedekatan sumber air yang menyebabkan suhu menjadi lebih rendah daripada titik lokasi pengambilan ikan di Sungai Bengawan Solo, Dengkeng, dan Waduk Gajah Mungkur. Shireman & Smith (1983) menyatakan bahwa suhu merupakan faktor yang memengaruhi pertumbuhan ikan. Suhu tersebut masih berada dalam rentang suhu optimal pertumbuhan ikan tawes yakni dalam rentang $23^{\circ}\text{C}\text{--}33^{\circ}\text{C}$ (Bain & Jia 2012).

Kadar oksigen terlarut pada stasiun 1 Bengawan Solo rata-rata $7,4 \text{ mg L}^{-1}$, stasiun 2 Sungai Dengkeng sebesar $6,2 \text{ mg L}^{-1}$ dan pada stasiun 3 Sungai Opak sebesar $6,4 \text{ mg L}^{-1}$. Kandungan oksigen terlarut di perairan tersebut masih baik untuk pertumbuhan organisme di dalamnya. Kandungan oksigen terlarut Bengawan Solo (rata-rata $7,4 \text{ mg L}^{-1}$) lebih tinggi daripada oksigen terlarut stasiun Sungai Dengkeng dan Sungai Opak. Nilai oksigen terlarut yang lebih tinggi disebabkan derasnya arus pada stasiun Sungai Bengawan Solo semakin cepat aliran

sungai (Loren *et al.*, 2011). Menurut Odum (1993), nilai kadar oksigen terlarut yang dapat mendukung kehidupan organisme air secara normal yaitu berkisar 5-8 mg L⁻¹.

Berdasarkan hasil pengamatan nilai pH air dari keempat habitat lokasi pengambilan sampel, nilai derajat keasaman relatif konstan dan ideal bagi perikanan adalah 6,50 - 8,50 (Pescod 1973). Berdasarkan riset Bain & Jia (2012) untuk famili ikan tawes (Cyprinidae) suhu optimal 23–33°C, kadar oksigen terlarut $\geq 1,5$ mg L⁻¹, tingkat keasaman pH rentang 6,6–8,6 dan kecepatan arus rentang 1-97 cm det⁻¹.

Pengelompokan ikan tawes

Suatu pengelompokan dapat terjadi antar-populasi yang menunjukkan jauh dekatnya ciri morfologis pada populasi ikan tawes. Apabila dikelompokkan berdasarkan analisis diskriminan, pengelompokan ikan tawes berdasarkan karakter morfologis dari habitat yang berbeda terdapat tiga kelompok populasi. Populasi ikan tawes Sungai Dengkeng berada satu kelompok dengan populasi ikan tawes Sungai Bengawan Solo. Hal tersebut menunjukkan bahwa populasi ikan tawes yang berasal dari Sungai Bengawan Solo dan Sungai Dengkeng mempunyai kemiripan karakter morfologis lebih dekat dibandingkan dengan populasi ikan tawes dari Sungai Opak. Kemiripan ini dikarenakan kedekatan lokasi populasi dan aspek lingkungan yang lebih mirip. Montana & Winemiller (2010) menyatakan bahwa lingkungan mikrohabitat yakni habitat lokal dengan kondisi lingkungan yang bersifat setempat dan berdekatan berpengaruh signifikan pada spesies, sedangkan lingkungan makrohabitat atau habitat bersifat global dengan kondisi lingkungan yang bersifat umum dan luas tidak berpengaruh signifikan pada keragaman

spesies. Populasi ikan tawes di Sungai Opak dan Waduk Gajah Mungkur terpisah dan tidak tumpang tindih (Gambar 5) sehingga kemiripan karakter morfologi lebih kecil karena perbedaan aspek lingkungan terutama seperti kecepatan arus.

Dengan faktor lingkungan kecepatan arus yang paling berpengaruh terhadap keragaman morfometri dan juga keterpisahan populasi ikan tawes. Penelitian ini masih merupakan penelitian pendahuluan dan belum bisa membuktikan antara aspek genetik atau lingkungan yang lebih dominan menyebabkan keragaman. Sebagaimana Mejri *et al.* (2012) isolasi geografis diantara populasi dapat mengakibatkan perbedaan karakter morfometrik dan karakter genetik baik disebabkan oleh penghanyutan gen maupun perbedaan kondisi lingkungan. Perbedaan morfometrik oleh faktor keterpisahan populasi dan perbedaan lingkungan masing-masing mempunyai kontribusi pada keragaman morfometrik ikan tawes pada empat habitat perairan di sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng, Sungai Opak, dan Waduk Gajah Mungkur. Penanda genetik molekuler misalnya uji molekuler yang meliputi susunan DNA lebih lanjut akan memantapkan terjadinya keragaman dan hubungan kekerabatan masing-masing perairan.

Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan karakter morfologis pembeda keempat populasi tersebut yang dominan pada ikan tawes adalah tinggi sirip dorsal, panjang moncong dan tinggi batang ekor. Analisis kelompok menunjukkan populasi ikan tawes Sungai Bengawan Solo memiliki karakter morfologis lebih mirip dengan Sungai Dengkeng daripada Sungai Opak karena kedekatan lokasi dan kemiripan aspek lingkungan,

sedangkan Waduk Gajah Mungkur memiliki karakter morfologis lebih mirip dengan Sungai Bengawan Solo dan Sungai Dengkeng. Faktor lingkungan yang paling berpengaruh adalah perbedaan kuat arus perairan.

Daftar pustaka

- Bain MB, Jia H. 2012. A habitat model for fish communities in large streams and small rivers. *International Journal of Ecology*, 2012: 1-8
- Budiharjo A. 2001. Perubahan karakter morfologi ikan tawes (*Barbodes gonionotus*) yang hidup di Danau Gua Serpeng, Gunungkidul. *Biodiversitas*, 1(2): 104-109.
- Baur H, Leuenberger C. 2011. Analysis of ratios in multivariate morphometry. *Systematic Biology*, 60(6): 813-825.
- Berner D, Grandchamp A C, Hendry A P. 2009. Variable progress toward ecological speciation in parapatry: stickleback across eight lake-stream transitions. *Evolution*, 63(7): 1740-1753.
- Goldman C R, Horne A J. 1983. *Limnology*. MacGraw Hill International Book Company. Tokyo. 464 p.
- Gosline W A. 1971. *Functional Morphology and Classification of Teleostean Fishes*. University Press of Hawaii. Honolulu. 208 p.
- Guci A, Syandri H, Azrita. 2014. Karakteristik morfologi ikan gabus (*Channa striata* Blkr.) berdasarkan truss morfometrik pada habitat perairan yang berbeda. *Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 5(1): 1-11
- Dugas MB, Franssen NR, Bastille MO, Martin RA. 2016. Morphological correlates of river velocity and reproductive development in an ornamented stream fish. *Evolutionary Ecology*, 30(1): 21-33.
- Haas TC, Blum MJ, Heins DC. 2010. Morphological responses of a stream fish to water impoundment. *Biology Letters*, 6(6): 803-6.
- Haryono. 2001. Variasi morfologi dan morfometri ikan dokun (*Puntius lateristriga*) di Sumatera. *Jurnal Biota*, 6(3): 109-116
- Khan MA, Miyan K, Khan S. 2013. Morphometric variation of snakehead fish, *Channa punctatus*, populations from three Indian rivers. *Journal of Applied Ichthyology*, 29(3): 637-642
- Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. *Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Editions. Hong Kong. 221 p.
- Kusmini II, Mulyasari, Widiyati A, Nugroho E. 2009. Karakter genetik ikan tengadak (*Barbodes* sp.), ikan tawes albino (*Barbodes* sp.) dan ikan tawes (*Barbodes gonionotus*). *Prosiding Seminar Nasional Tahunan VI Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*. Yogyakarta, Sabtu 25 Juli 2009, Jilid I Budidaya Perikanan. UGM. ISBN : 978-979-99781-9-6.
- Loren L, Whehmeyer, Wagner C. 2011. Relation between flows and dissolved oxygen in the Roanoke River between Roanoke Rapids dam and jamesville, North Carolina. *Scientific investigation report U.S Geological Survey*.
- Matthews WJ. 1998. *Patterns in Freshwater Fish Ecology*. Champman and Hall, USA 756pp.
- Mejri R, Brutto SL, Hassine N, Arculeo M. Hassine OKB. 2012. Overlapping patterns of morphometric and genetic differentiation in the Mediterranean goby *Pomatoschistus tortonesei* Miller, 1968 (Perciformes, Gobidae) in Tunisian lagoons. *Zoology*, 115(4): 239-244
- Montaña CG, Winemiller KO. 2010. Local-scale habitat influences morphological diversity of species assemblages of cichlid fishes in a tropical floodplain river. *Ecology of Freshwater Fish*, 19(2): 216-227.
- Na'iem, M. 2000. *Analisis Isozim dan Pemanfaatannya di Bidang Kehutanan*. UGM Press. Yogyakarta. 44 p.
- Odum EP. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. Diterjemahkan oleh Tjahjono Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 697 p
- Palstra F, Ruzzante D. 2008. Genetic estimates of contemporary effective population size: What can they tell us about the

- importance of genetic stochasticity for wild population persistence. *Molecular Ecology*, 17(15): 3428-3447
- Pescod M B. 1973. *Investigation of Rational Effluent and Stream Standards for Tropical Countries*. Asian of Institute Technology. London. 51 p.
- Santos A B, Terra B , Araújo F G. 2010. Influence of the river flow on the structure of fish assemblage along the longitudinal gradient from river to reservoir. *Zoologia*, 27(5): 732-740
- Schindler I, Schmidt J. 2006. Review of the mouthbrooding *Betta* (Teleostei, Osphronemidae) from Thailand, with descriptions of two new species. *Zeitschrift für Fischkunde/Fish Biology Journal*, 1(8): 47-69
- Shireman JV, Smith CR. 1983. Synopsis of biological data on the grass carp *Ctenopharyngodon idella* (Cuvier and Valenciennes, 1844). *FAO Fisheries Synopsis* (135): 86 p.
- Turan C, Deniz E, Turan F, Erguden M. 2004. Genetic and morphologic structur of *Liza abu* (Heckel, 1843) population from the Rivers Orontes, Euphrates and Trigris. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 28(4): 729-734.
- Tzeng TD, Chiu CS, Yeh SY. 2001. Morphometric variation in red-spot prawn (*Metapenaeopsis barbata*) in different geographic waters off Taiwan. *Fisheries Research*, 53(3): 211-217.
- Worsham MLD, Julius EP, Nice CC, Diaz PH, Huffman DG. 2017. Geographic isolation facilitates the evolution of reproductive isolation and morphological divergence. *Ecology and Evolution*, 7(23): 10278-10288.
- Wulandari R. 2013. Karakteristik fenotip berdasarkan morfometrik dan pola pertumbuhan ikan garing (*Tor tambroides* Blkr.) pada habitat perairan yang berbeda dalam upaya manajemen populasi. *Tesis*. Universitas Bung Hatta. Padang.
- Whitton BA, 1975. *River Ecology*. Blackwell Scientific Publications. London. 725 p.

Efektivitas biji pepaya (*Carica papaya* L) dalam menurunkan fungsi reproduksi ikan nila gift, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

[The effectiveness of the papaya seed (*Carica papaya* L) for reproductive function of Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)]

Munawar Khalil ^{1,2}✉, Yunidar ¹, Mahdaliana ¹, Munawwar Khalil ¹, Rachmawati Rusydi ¹ dan Zulfikar ^{1,2}

¹Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh

²Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh
Kampus Utama Reuleut, Kecamatan. Muara Batu, Kabupaten Aceh Utara, Provinsi Aceh.

Diterima: 10 Mei 2018; Disetujui: 31 Desember 2018

Abstrak

Ikan introduksi di Indonesia telah menimbulkan beberapa dampak negatif terhadap ekologi perairan, diantaranya adalah menurunnya spesies ikan asli. Penanganan dampak negatif ikan-ikan introduksi dapat diminimalkan dengan cara menurunkan angka fertilitas melalui penggunaan ekstrak senyawa tumbuhan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei – Juni 2016 yang bertujuan untuk menganalisis efektivitas tepung biji pepaya (*Carica papaya* L) dalam menurunkan fungsi reproduksi ikan nila *Oreochromis niloticus*. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap non-faktorial dengan lima perlakuan tiga ulangan yaitu A: Kontrol (tanpa pemberian tepung), B: Pemberian 40 mg, C: 50 mg, D: 60 mg, E: 70 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan. Ikan sampel yang digunakan adalah induk ikan nila sebanyak 45 ekor yang berumur 4-5 bulan dengan berat bobot tubuh 200 g untuk induk betina dan 250 g untuk induk jantan. Parameter yang diukur ialah daya konsumsi pakan, jumlah telur (fekunditas), tingkat pembuahan telur, tingkat penetasan telur, dan morfologi sperma. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung biji pepaya memberikan efek terhadap abnormalitas sperma dan menurunkan sintasan sperma, dan penurunan tingkat pembuahan telur (fertilitas rendah). Analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian tepung biji pepaya memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan pada parameter persentase pembuahan dan penetasan telur, namun tidak berbeda nyata terhadap parameter sintasan ($P > 0,05$). Angka motilitas sperma terendah dijumpai pada perlakuan E yaitu $00,45^{\circ}.032/\text{detik}$. Jumlah telur pada penelitian ini berkisar rata-rata 994,33-1416 butir dengan nilai pembuahan terendah dan penetasan terendah terdapat pada perlakuan E dengan persentase 58,58% dan 99,24%.

Kata penting: ikan nila, morfologi sperma, motilitas sperma; fertilisasi

Abstract

Introduced fish in Indonesia has negative impact to the water ecology, such as declining number of native fish species. Handling the negative impacts of introducing fish can be minimized by reducing fertility rates through the use of plant compound extracts. This study was conducted in May - June 2016 which aimed to assess the effectiveness of the papaya seed flour (*Carica papaya* L) for the reproductive function of introduction fish *Oreochromis niloticus*. The research design used in this study was completely randomized design, non-factorial with five treatments and three replications, namely A: control (without giving the flour), B: 40 mg, C: 50 mg, D: 60 mg, E: 70 mg of papaya seeds flour mixed with 100 g of artificial feed. The fish sample used were 45 mature tilapia fish, 4-5 months old with 200 g in weight for female and 250 g in weight for male. Parameters measured in this research were feed consumption level, fecundity, fertilization rate, hatching rate and sperm morphological structures. The results of this study indicated that the papaya seed flour gave the multiplier effect on the sperm abnormality and decreased the motility level of sperm. Statistical analysis showed that the application of papaya seed flour gave significantly different effect ($p < 0.05$) between treatments on percentage of fertilization level and hatching rate parameter but showed not significantly different on the survival rate parameter ($p > 0.05$). The lowest sperm motility rate was found in treatment E, which was $00.45^{\circ}.032 \text{ second}^{-1}$. The average egg number in this study ranged from 994.33 to 1,416 eggs, whereas the lowest fertilization level and the lowest hatching rate was in treatment E with the percentage of 58.58% and 99.24%, respectively.

Keywords: Tilapia, sperm morphology, sperm motility, fertilization

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: khalil@unimal.ac.id

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara dengan jumlah spesies ikan air tawar terbanyak ke tiga di dunia dengan total 1.253 spesies setelah Brazil (3.456 spesies) dan China (1.647 spesies). Selain itu, Indonesia juga menduduki posisi ke-3 di dunia dalam jumlah spesies ikan air tawar endemik dengan total 130 spesies, setelah Brazil (395 spesies) dan Amerika Serikat (376 spesies) (Froese & Pauly 2018). Spesies ikan air tawar Indonesia saat ini mengalami ancaman penurunan populasi akibat dari berbagai aktivitas yang disebabkan baik oleh faktor alamiah maupun oleh intervensi ekologis manusia. Faktor-faktor penyebab menurunnya populasi ikan air tawar yaitu perubahan habitat, eksploitasi berlebih, introduksi ikan asing, pencemaran, penggunaan air berlebih untuk kegiatan manusia, pemanasan global (Muchlisin & Azizah 2009). Dari semua faktor ternyata kepunahan ikan air tawar 35 % disebabkan oleh perubahan atau lenyapnya habitat, 31 % disebabkan oleh penggunaan sumber air tidak terkendali serta pencemaran perairan, 30% disebabkan oleh introduksi ikan asing dan 4% akibat eksploitasi berlebih (Moyle & Leidy 1992).

Introduksi ikan asing dapat menimbulkan efek negatif yang dapat merugikan perairan di antaranya adalah penurunan kualitas lingkungan perairan, gangguan terhadap komunitas ikan asli, penurunan kualitas materi genetik melalui hibridisasi, introduksi atau masuknya penyakit dan parasit, menimbulkan masalah sosial ekonomi bagi masyarakat sekitar (Harrison & Stiassny 1999, McGinnity *et al.* 2003, Naylor *et al.* 2004, Lorenzen, 2005, Wargasmita 2005, Arthur *et al.* 2010). Indonesia terdapat 20 jenis ikan introduksi (Froese & Pauly 2018).

Ikan nila telah tersebar luas di kawasan Asia Tenggara termasuk Indonesia dan telah dibudidayakan secara luas baik melalui sistem monokultur atau polikultur dalam kolam dan tambak, maupun melalui sistem budidaya lainnya (Amilhat *et al.* 2009). Ikan nila (*O. niloticus*) sebenarnya bukan ikan asli perairan Indonesia, tetapi jenis ikan asing yang diintroduksi ke Indonesia dalam beberapa tahap. Ikan nila merupakan ikan asli benua Afrika, yang diintroduksi ke Indonesia melalui negara Taiwan pada tahun 1969, tepatnya ke Balai Penelitian Air Tawar Bogor. Setelah beberapa waktu diteliti, ikan ini mulai ditebar ke beberapa daerah (Salsabila *et al.* 2013). Ikan nila telah diintroduksi ke 90 negara di dunia dan 15 negara di antaranya telah melaporkan dampak negatif terhadap ekologi perairan (De Silva *et al.* 2004, Attayde *et al.* 2011, Teletchea & Fontaine 2012).

Ikan nila memiliki kemampuan untuk tumbuh lebih cepat serta memiliki batas toleransi lingkungan yang besar. Selain itu, ikan nila adalah omnivora yang rakus (*voracious*) dan mampu bersaing dengan jenis ikan apapun dalam habitat (McKaye *et al.* 1995, Courtenay 1997, Coward & Little 2001). Ikan nila mampu melakukan proses pemijahan berulang dalam tempo singkat dan perkembangbiakan yang sangat cepat (Trewavas 1983, Ehrlich 1988). Kondisi tersebut mengakibatkan ikan ini tersebar secara luas di alam bebas tanpa pengontrolan sehingga berakibat negatif pada ikan asli (Arthur *et al.* 2010). Gangguan ekologi yang timbul akibat introduksi ikan nila dalam perairan salah satunya yaitu menurunnya spesies ikan asli kawasan. Beberapa kasus gangguan ekologis akibat introduksi ikan nila telah dijumpai di Afrika (cekungan Kafue dan Zambezi), Australia, Madagascar, Nicaragua, Filipina, Mexico

dan Amerika Serikat ketika ikan nila yang pada awalnya diintroduksi sebagai ikan budi daya kemudian lepas ke alam, telah memengaruhi jumlah ikan asli dan menyebabkan kepunahan beberapa spesies endemik (Canonico *et al.* 2005). Ogutu-Ohwayo (1990) juga melaporkan penurunan jumlah spesies ikan asli danau Victoria dan Kyoga di Afrika Timur akibat introduksi ikan nila jenis *O. niloticus*. Jenis persaingan yang terjadi berupa perebutan sumber makan dan kawasan hidup sehingga ikan asli mengalami kekurangan makanan dan penyempitan habitat hidup yang selanjutnya mengakibatkan kematian dan kepunahannya.

Jika problematika di atas tidak diperhatikan, maka kondisi serupa yaitu punahnya spesies asli perairan Indonesia akibat berkembangnya ikan introduksi juga akan sangat mungkin terjadi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu pengendalian ikan introduksi melalui metode menghambat fungsi reproduksi pada ikan tersebut. Upaya ini dapat dilakukan dengan pemberian unsur penghambat fungsi reproduksi dalam pakan (Khalil *et al.* 2016). Pemberian pakan tersebut dilakukan pada fase aktifitas budi daya ikan nila agar apabila ikan nila ini lepas ke alam, maka proses reproduksinya gagal akibat kemandulan sehingga tidak menghasilkan keturunan yang dapat menyebar secara meluas di habitat perairan.

Salah satu bahan alami yang diduga mampu menghambat fungsi reproduksi pada ikan introduksi adalah biji pepaya. Biji pepaya diketahui mengandung polisakarida, vitamin, mineral, enzim, protein, alkaloid, glikosida, lemak, lektin, saponin, flavonoid dan sterol. Biji pepaya mengandung tanin, saponin, alkaloid dan flavonoid (Adeneye & Olagunju 2009). Setelah dilakukan analisis, biji pepaya mengand-

ung senyawa kimia alkaloid yang diduga dapat berefek sitotoksik terhadap spermatogenik. Biji pepaya diketahui memiliki aktivitas antifertilitas (Verma & Chinoy 2001). Biji pepaya juga mengandung senyawa metabolit primer seperti: lemak 9,5%, protein 8,5%, karbohidrat 9,44%, abu 1,47%, dan air 71,8% (Yuniwati & Purwanti 2008). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan efektivitas tepung biji pepaya (*Carica papaya* L) terhadap fungsi reproduksi ikan nila gift, *Oreochromis niloticus*.

Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei – Juni 2016 di Balai Benih Ikan (BBI) Pante Jaloh Kecamatan Sawang Kabupaten Aceh Utara dan pengamatan mikroskopis terhadap morfologi larva nila dilakukan di Laboratorium Kualitas Air dan Nutrisi Ikan, Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh.

Penelitian pendahuluan

Penelitian pendahuluan ini bertujuan untuk menentukan ambang batas dosis tepung biji pepaya yang akan digunakan pada penelitian utama.

Penyiapan wadah dan ikan uji. Pada uji pendahuluan ini wadah yang digunakan adalah bak beton berukuran 60 x 40 x 40 cm³ sebanyak dua buah. Dalam persiapan wadah, bak dicuci terlebih dahulu sampai bersih dan dimasukkan air setinggi 30 cm, kemudian induk ikan nila jantan dimasukkan dalam setiap bak sebanyak dua ekor

Penyiapan pakan uji. Biji pepaya terlebih dahulu dikeringkan dengan cara dijemur di sinar matahari sampai benar-benar kering $\pm$ 3 hari. Kemudian biji pepaya dihaluskan dengan penggiling (blender) sampai berbentuk serbuk atau

tepung, lalu disaring menggunakan ayakan sampai berbentuk serbuk halus. Setelah itu tepung biji pepaya dicampurkan dengan dosis yang telah ditentukan. Pada uji pendahuluan, dosis yg digunakan adalah 35 mg dalam 100 gram pakan buatan. Pakan buatan yang sudah dihancurkan kemudian diberikan CMC (*carboxymethyl cellulose*) sebanyak 1% dan tambahkan sedikit air pada adonan pakan yang telah dicampurkan. Setelah menjadi adonan lalu cetak pakan kembali dengan menggunakan ce-takan (*pelleting*) dan keringkan dalam oven pada suhu 90 °C selama 24 jam.

Prosedur pemeliharaan. Pakan diberikan dua kali sehari pada pagi (09:00) dan sore hari (16:30) dengan dosis 3% dari bobot induk ikan nila. Hal ini dilakukan supaya pakan mudah ditentukan dan efisien dalam pemberian pakan. Pengelolaan kualitas air dilakukan pada bak uji melalui penggantian air setiap tiga hari sekali dengan cara mengeluarkan air sebanyak 50% dan memasukkan air bersih kembali.

Hasil uji pendahuluan. Hasil uji pendahuluan yang dilakukan selama dua minggu menunjukkan bahwa induk ikan nila jantan yang diberikan pakan campuran tepung biji pepaya dapat mengkonsumsi pakan dan tidak memengaruhi kondisi fisiknya. Biji pepaya yang dicampurkan dengan pakan juga tidak menunjukkan adanya kandungan racun dan tidak mengakibatkan kematian ikan nila tersebut. Kemudian, untuk mengamati fungsi reproduksi maka dilanjutkan dengan melakukan penelitian utama.

Penelitian utama

Metode penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental dan rancangan penelitian yang diguna-

kan dalam penelitian ini ialah rancangan acak lengkap non-faktorial dengan lima perlakuan tiga ulangan. Perlakuan yang dilakukan sebagai berikut:

- A. Kontrol (tanpa pemberian tepung)
- B. Pemberian 40 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan
- C. Pemberian 50 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan
- D. Pemberian 60 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan
- E. Pemberian 70 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan

Prosedur penelitian. Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah styrofoam yang berukuran 75 cm x 35 cm x 30 cm sebanyak 15 buah untuk pemeliharaan induk jantan. Dalam persiapan wadah, bak dicuci dan disikat terlebih dahulu kemudian dibilas dan dikeringkan selama satu hari. Setelah itu, bak diisi air dengan ketinggian 20 cm.

Induk yang digunakan memiliki struktur morfologi tubuh lengkap dan memiliki ukuran tubuh seragam serta benar-benar telah matang gonad. Umur induk yang digunakan berkisar 4-5 bulan. Bobot tubuh induk betina 200 g dan induk jantan 250 g. Jumlah induk nila yang digunakan sebanyak 45 ekor dengan perbandingan 2:1 (2 ekor induk jantan dan 1 ekor induk betina). Dalam proses pemijahan nantinya, setiap wadah penelitian akan diisi oleh dua ekor induk jantan dan satu ekor induk betina.

Tahapan awal penelitian adalah proses aklimatisasi yang merupakan proses adaptasi induk terhadap lingkungan baru. Proses aklimatisasi dilakukan selama dua hari yang dilakukan dalam wadah yang telah disediakan. Induk ikan nila tidak diberi pakan selama proses aklimatisasi berlangsung. Pada proses aklimati-

sasi, induk ikan nila jantan (bobot 250 g) dimasukkan sebanyak dua ekor ke dalam wadah percobaan dan wadah ditutup menggunakan jaring hapa, sedangkan induk ikan nila betina (bobot 200 g) dipelihara dalam kolam yang berbeda dengan ukuran 3 m x 1,5 m x 1 m. Pemeliharaan induk ikan nila dilakukan secara terpisah antara jantan dan betina. Hal ini diterapkan supaya tidak terjadinya pemijahan secara liar.

Setelah proses aklimatisasi selesai, maka dilanjutkan dengan fase uji utama. Induk ikan nila jantan yang dipelihara dalam wadah sterofoam diberikan pakan yang sudah tercampur dengan tepung biji pepaya selama 21 hari dengan dosis pemberian pakan sebanyak 3% dari bobot tubuh dengan frekuensi pemberian dua kali pagi (09:00) dan sore (16:30). Induk ikan nila betina (15 ekor) diberikan pakan apung biasa dengan pemberian secara *adlibitum* dengan frekuensi pemberian dua kali yaitu pagi hari (09:00) dan sore hari (16:30).

Parameter uji

(1) *daya konsumsi pakan*: daya konsumsi adalah parameter yang diukur untuk melihat daya kesukaan ikan nila mengonsumsi pakan yang dicampurkan biji pepaya. Daya konsumsi pakan diukur menggunakan *stopwatch* (dalam satuan menit dan detik) dengan melakukan pengamatan dari pertama pemberian pakan sampai pakan habis dikonsumsi oleh induk jantan.

(2) *jumlah telur (fekunditas)*: jumlah telur yang dihasilkan oleh induk ikan nila dihitung. Penghitungan telur dilakukan dengan cara membuka mulut ikan nila dan mengeluarkan seluruh telur yang ada dalam mulut kemudian telur dihitung.

(3) *tingkat pembuahan telur*: telur yang terbuahi dihitung secara kasat mata. Telur terbuahi berwarna kuning cerah sedangkan yang tidak terbuahi tampak pucat.

Persentase pembuahan dihitung menggunakan rumus menurut Effendie (1979):

$$FR = JTB/JTT \times 100$$

Keterangan FR: angka pembuahan (%), JTT: jumlah telur total keseluruhan (butir), JTB: jumlah telur yang dibuahi (butir).

(4) *tingkat penetasan telur*: setelah telur menetas, seluruh larva dihitung secara sample dengan menggunakan sendok. Persentase penetasan telur dihitung menggunakan rumus Effendie (1979):

$$HR = JTM/JTB \times 100$$

Keterangan: HR= angka penetasan (%), JTM= jumlah telur menetas (butir), JTB= jumlah telur yang dibuahi (butir).

(5) *morfologi sperma*: parameter morfologi sperma dilihat menggunakan mikroskop dengan pembesaran 16,4 (0,7-11,5x). Morfologi sperma dilihat dari bentuk sperma dan abnormalitas sperma. Spermatozoa ditetaskan pada cawan petri, kemudian diamati untuk mengetahui bentuk dan juga melihat apakah ada kelainan pada morfologi spermatozoa tersebut, dari segi bentuk kepala dan ekor sperma,

(6) *motilitas sperma*: pengamatan mulai dilakukan setelah sperma ditetaskan dalam cawan petri dengan menghidupkan *stopwatch* saat sperma ditetaskan. Lama sperma bergerak (motil) hingga mati dicatat dan diberi angka motilitas,

(7) *abnormalitas larva*: abnormalitas larva dilihat menggunakan mikroskop untuk mengetahui bagaimana kenormalan larva ikan nila terhadap pengaruh pemberian tepung biji pepaya,

(8) *Sintasan larva*: Sintasan larva dihitung menggunakan rumus (Effendi 1979):

$$SR = N_t/N_o \times 100$$

Keterangan: SR= Sintasan, N_t = Jumlah larva pada akhir pemeliharaan (ekor), N_o = Jumlah larva pada awal pemeliharaan (ekor).

Selama masa pemeliharaan ikan uji, proses penyiponan serta penggantian air (sebanyak

25 % dari volume air) dilakukan setiap dua hari sekali. Adapun pengamatan kualitas air seperti oksigen terlarut, suhu dan pH dilakukan setiap hari dengan menggunakan alat *portable water checker*.

Analisis data

Data yang diperoleh dibuat dalam bentuk tabel dan grafik, selanjutnya dianalisis dengan uji F. Apabila di antara perlakuan menunjukkan pengaruh yang nyata dimana $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka dilanjutkan dengan uji BNT/Beda Nyata Terkecil. Analisis statistik menggunakan perangkat lunak SPSS versi 22.

Hasil

Daya konsumsi pakan

Hasil yang diamati selama penelitian parameter daya konsumsi pakan memumjukkan perlakuan A (kontrol) memiliki tingkat daya konsumsi 06'50", perlakuan B (40 mg) memiliki tingkat daya konsumsi 10'23", perlakuan C (50 mg) memiliki tingkat daya konsumsi 11'05", perlakuan D (60 mg) memiliki tingkat daya konsumsi 14'37", dan perlakuan E (70 mg) memiliki tingkat daya konsumsi 15'20".

Jumlah telur (fekunditas)

Jumlah telur yang dihasilkan oleh induk ikan nila dapat dilihat pada Tabel 1. Jumlah telur paling banyak dijumpai pada perlakuan A dan selanjutnya disusul oleh perlakuan C, kemudian diikuti oleh perlakuan B dan D, dengan selanjutnya yang terakhir perlakuan E. Hasil uji F menunjukkan bahwa pemberian campuran biji pepaya dalam pakan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah telur yang dihasilkan oleh induk ikan nila ($P > 0,05$).

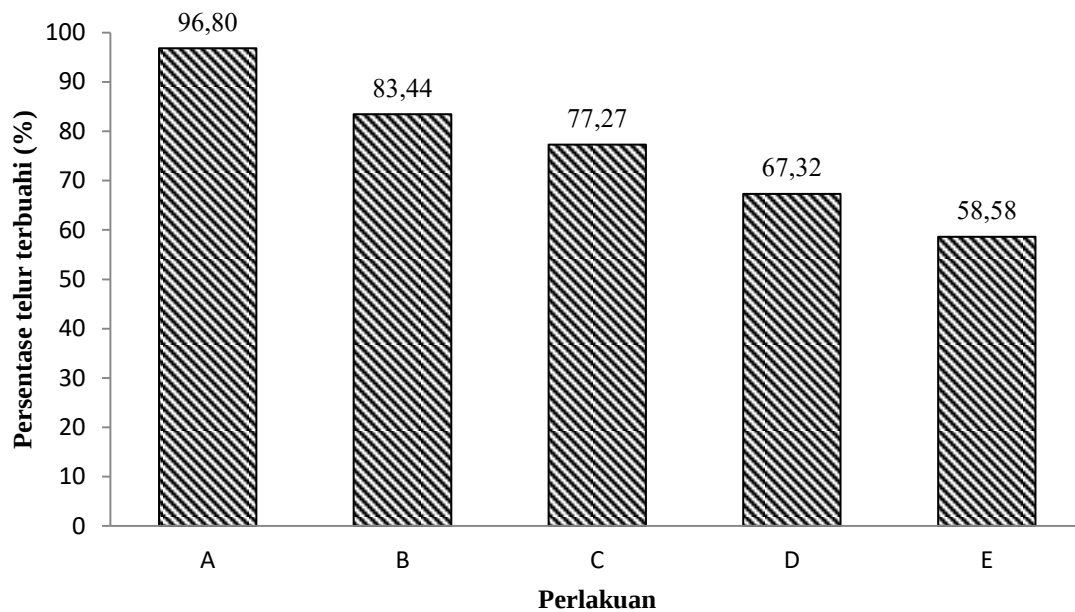
Tingkat pembuahan (derajat pembuahan)

Angka pembuahan tertinggi terdapat pada perlakuan A dan yang terendah terdapat pada perlakuan E. Perlakuan B, C, dan D lebih rendah daripada perlakuan A dan lebih tinggi daripada perlakuan E (Gambar 1). Uji ANOVA menunjukkan bahwa pencampuran tepung biji pepaya dalam pakan ikan uji memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,05$) terhadap persentase pembuahan telur ikan nila. Selanjutnya, uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa perlakuan A (kontrol) berbeda nyata terhadap perlakuan B (40 mg), C (50 mg), D (60 mg) dan E (70 mg).

Tabel 1. Jumlah total telur ikan nila (*Oreochromis niloticus*)

Ulangan	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
1	1228	1050	1144	935	898
2	1938	842	1243	1213	1102
3	1082	1323	887	972	983
Jumlah	4248	3215	3274	3120	2983
Rerata	1416,00	1071,67	1091,33	1040,00	994,33
Simpangan baku	457,92	241,23	183,75	150,96	102,47

Keterangan: A. Kontrol (tanpa pemberian tepung biji pepaya), B. Pemberian 40 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, C. Pemberian 50 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, D. Pemberian 60 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, E. Pemberian 70 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan.



Gambar 1. Persentase telur terbuahi ikan nila (*Oreochromis niloticus*). A. Kontrol (tanpa pemberian tepung biji pepaya), B. Pemberian 40 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, C. Pemberian 50 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, D. Pemberian 60 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, E. Pemberian 70 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan.

Tingkat penetasan telur

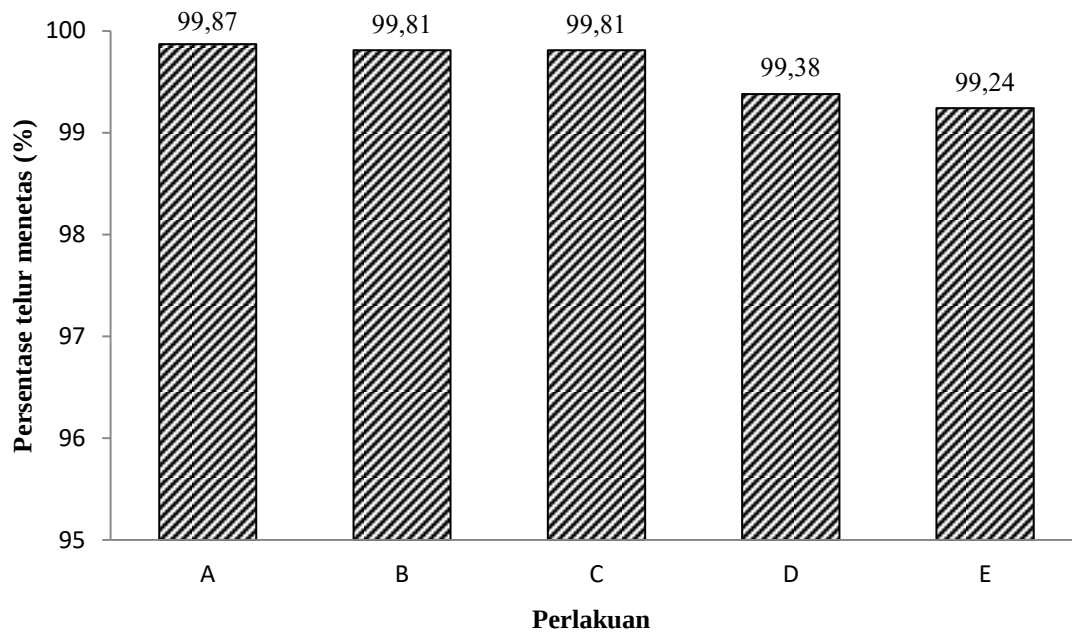
Angka penetasan telur ikan nila yang diberi pakan campuran biji pepaya rata-rata pada taraf di atas 99 %. Angka penetasan telur yang tertinggi terdapat pada perlakuan A disusul perlakuan B dan C serta selanjutnya perlakuan D. Angka penetasan terendah dijumpai pada perlakuan E (Gambar 2).

Uji ANOVA menunjukkan bahwa pencampuran tepung biji pepaya dalam pakan ikan memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) ter-

hadap tingkat penetasan telur. Selanjutnya, uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa perlakuan A (kontrol) tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B (40 mg) dan C (50 mg), namun berbeda nyata terhadap perlakuan D (60 mg) dan E (70 mg).

Morfologi sperma

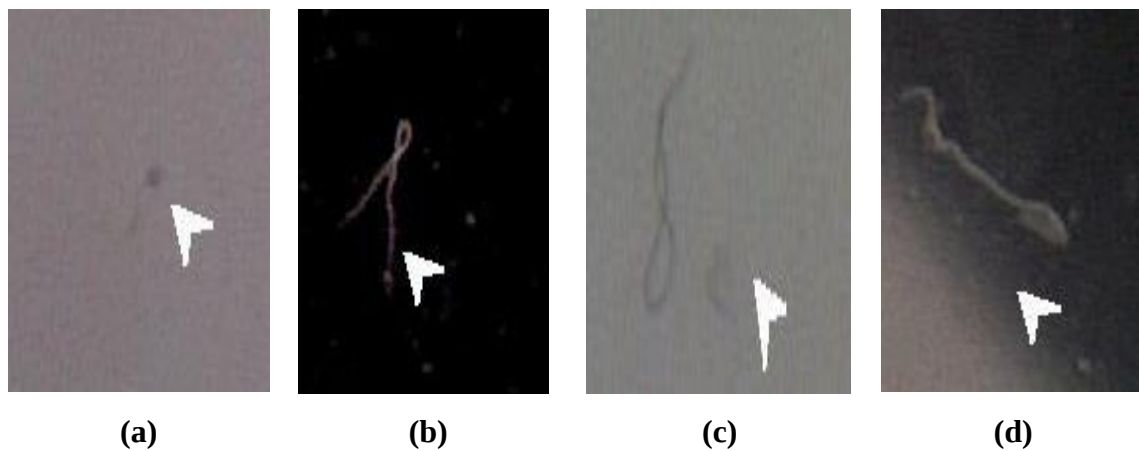
Morfologi sperma ikan nila uji dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Persentase penetasan telur ikan nila (*Oreochromis niloticus*). A. Kontrol (tanpa pemberian tepung biji pepaya), B. Pemberian 40 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, C. Pemberian 50 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, D. Pemberian 60 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, E. Pemberian 70 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan.

Tabel 2. Morfologi sperma ikan uji

Perlakuan	Ciri-ciri morfologi
A. Kontrol (tanpa biji pepaya)	Kepala dan ekor yang sempurna
B, C, D, dan E (dengan asupan biji pepaya)	Berekor pendek, kepala berganda, berekor ganda, ekor bercabang, ekor yang membengkok, kepala tidak berbentuk sempurna, ujung ekor keriting.



Gambar 3. Morfologi sperma ikan nila (*Oreochromis niloticus*). (a) normal, (b) berekor ganda, (c) kepala berganda, (d) ujung ekor keriting

Motilitas sperma

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan A (kontrol) memiliki tingkat motilitas tertinggi yaitu 05'43,022" berbanding perlakuan lainnya. Selanjutnya diikuti oleh perlakuan B (40 mg) menunjukkan dengan waktu motil 03'08.045", kemudian disusul oleh perlakuan C (50 mg) 02'32,008", D (60 mg) dengan waktu motil 02'19,056" dan yang terendah pada perlakuan E (70 mg) dengan waktu 45,032".

Abnormalitas larva

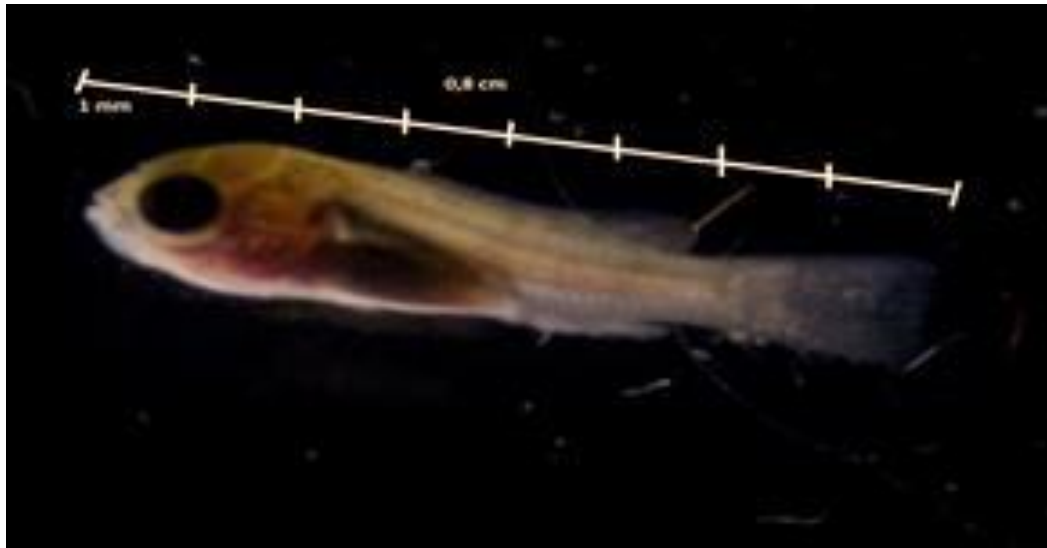
Hasil uji abnormalitas larva ikan nila pada semua perlakuan menunjukkan bahwa tidak dijumpainya abnormalitas (Gambar 4). Larva ikan nila pada keseluruhan perlakuan memiliki morfologi tubuh yang lengkap (tidak cacat) yaitu sirip punggung, dada, perut, anus, ekor dan bentuk tubuh, baik perlakuan A (kontrol), maupun B, C, D, dan E yang diberi asupan tepung biji pepaya.

Laju sintasan

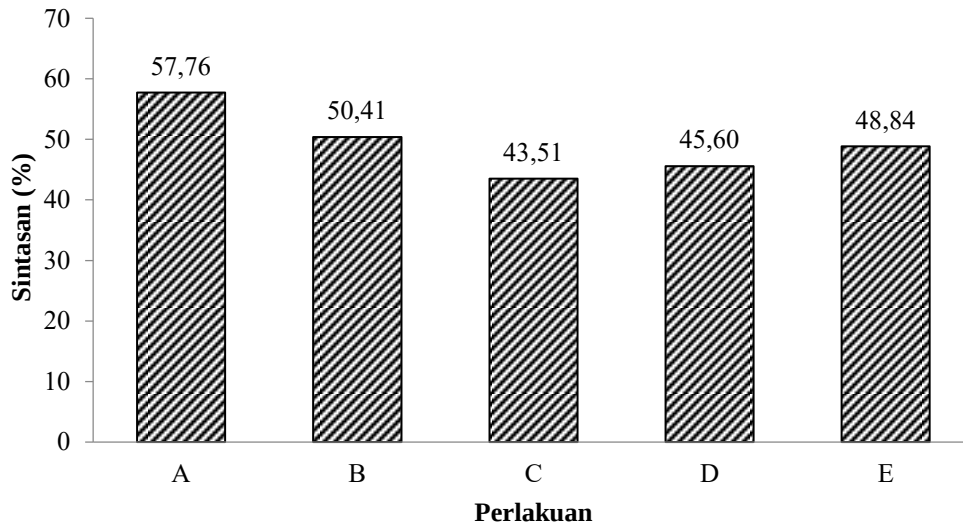
Laju sintasan larva ikan nila pada penelitian ini rata-rata berada di atas 43%. Angka laju sintasan tertinggi terdapat pada perlakuan A dengan nilai rata-rata 57,73% dan yang terendah terdapat pada perlakuan C dengan nilai rata-rata 43,51%. Nilai persentase laju sintasan perlakuan D adalah 45,60%, E sebesar 48,84%, dan B sebesar 50,41% (Gambar 5). Uji ANOVA menunjukkan bahwa pencampuran biji pepaya dalam pakan ikan uji menunjukkan hasil tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap persentase laju sintasan ikan nila.

Kualitas air

Parameter kualitas air pada setiap perlakuan tertera pada Tabel 3.



Gambar 4. Larva ikan nila normal (*Oreochromis niloticus*).



Gambar 5. Persentase laju sintasan larva ikan nila (*Oreochromis niloticus*). A. Kontrol (tanpa pemberian tepung biji pepaya), B. Pemberian 40 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, C. Pemberian 50 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, D. Pemberian 60 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, E. Pemberian 70 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan.

Tabel 3. Kisaran parameter kualitas air selama penelitian

Parameter	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
Suhu (°C)	26-28	26-28	26-28	26-28	26-28
pH	6,5-6,9	6,5-6,9	6,5-6,9	6,5-6,9	6,5-6,9
Oksigen terlarut (mg L ⁻¹)	4,8-5,3	4,8-5,3	4,8-5,3	4,8-5,3	4,8-5,3

Pembahasan

Daya konsumsi pakan

Daya konsumsi pakan yang dimakan oleh ikan nila jantan uji pada tiap perlakuan dan ulangan memiliki waktu yang berbeda terhadap daya makan. Daya konsumsi pakan paling baik terdapat pada perlakuan A (kontrol) dikarenakan pakan yang diberikan merupakan pakan pelet komersial. Pakan pelet komersial biasa memiliki bau yang dapat menarik daya makan ikan nila tersebut, sedangkan pakan yang sudah dicampurkan dengan tepung biji pepaya mengubah rasa dan bau yang ada pada pakan. Selain itu biji pepaya juga memiliki rasa pahit, kemungkinan rasa pahit ini yang membuat ikan uji tersebut kurang menyukai pakan yang dicampurkan dengan biji pepaya. Menurut Thomas (1989)

pepaya mengandung zat papain yang tinggi sehingga menjadikan rasanya pahit.

Fekunditas

Jumlah telur yang dihasilkan pada saat penelitian oleh semua induk ikan nila pada tiap perlakuan dan tiap ulangan hampir sama, terdapat sedikit perbedaan pada perlakuan A (kontrol) jumlah telur yang dihasilkan mencapai rata-rata 1.416 butir (Tabel 1).

Pada penelitian ini jumlah total telur yang dihasilkan berkisar di atas 842-1.243 butir, yang menunjukkan bahwa telur yang dihasilkan hampir seragam, baik ikan yang diberikan pakan campuran biji pepaya maupun yang tidak diberikan pakan campuran biji pepaya. Hasil yang sama juga ditemukan oleh Hossan *et al.* (2013) yaitu dalam satu kali pemijahan induk ikan nila

betina dengan berat 200 g mampu menghasilkan telur sehingga 1.201 ± 27.62 butir. Menurut Rustadi (1996), satu induk ikan nila dalam pemijahan menghasilkan telur 114-1.325 butir.

Tingkat pembuahan telur

Derajat fertilitas (pembuahan) ikan nila yang diberi asupan biji pepaya dalam pakan dengan dosis yang berbeda menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap tingkat pembuahan ikan nila sehingga dapat mengurangi angka pembuahan telur. Pada persentase angka fertilitas didapatkan adanya penurunan seiring kenaikan dosis tepung biji pepaya yang diberikan. Pada perlakuan kontrol merupakan angka fertilitas tertinggi, sedangkan pada perlakuan E jumlah angka fertilitas rendah setelah diberikan asupan biji pepaya (Gambar 1). Tingginya dosis asupan biji pepaya diperkirakan dapat menekan kerja sperma dalam membuahi telur yang dikeluarkan oleh induk betina ikan nila. Hal ini menguatkan pernyataan Chinoy (1985) bahwa kandungan dalam biji pepaya dapat digunakan sebagai pengatur fertilitas karena biji pepaya tersebut memiliki efek membunuh sperma (spermisidal) terhadap spermatozoa matang.

Biji pepaya mengandung bahan aktif steroid, triterpenoid dan alkaloid dapat menyebabkan terganggunya sekresi FSH (*Follicle Stimulating Hormone*) dan LH (*Luteinizing Hormone*) sehingga pada akhirnya akan memberikan tekanan pada bagian hipotalamus dan hipofisis. Terhambatnya FSH akan mengganggu proses mitosis spermatogonia, karena FSH sangat diperlukan dalam aktivitas spermatogonia (Puspitasari & Suhita 2014). Terhambatnya FSH juga akan berpengaruh terhadap sel sertoli. Bila sel sertoli terganggu maka pengangkutan glukosa sebagai sumber energi terhambat dan sintesis

protein akan terhambat sehingga perkembangan jumlah sel spermatogonia terganggu.

Gangguan pada spermatogonia akan mengakibatkan gangguan pada perkembangan sel berikutnya yaitu spermatosit, spermatid, dan spermatozoa, sehingga spermatozoa menurun dan energinya terganggu (Satriyasa 2008). Hasanah & Sukarjati (2016) juga menyatakan bahwa penurunan jumlah sel sertoli dan sel spermatogenik diakibatkan oleh penurunan kadar hormon reproduksi sehingga komponen sel dalam tubulus mengalami degenerasi. Bila keadaan ini berlanjut akan menyebabkan proses spermatogenesis terganggu dan akhirnya spermatozoa menurun.

Menurut Francis *et al.* (2002), zat aktif triterpenoid (saponin) yang merupakan turunan lipid mampu menghambat pelepasan LH dan FSH. Saponin berpengaruh negatif terhadap proses reproduksi (seperti aborsi atau kematian) dan menyebabkan penghentian proses pematangan gonad. Saponin berperan besar dalam pengeluaran hormon *luteinizing*. Senyawa steroid secara langsung menghambat kerja gen yang bertanggungjawab dalam proses steroidogenesis dan menekan perkembangan sel granula yang diatur oleh hormon perangsang folikel dalam ovarium. Rusmiati (2007) menyatakan bahwa penurunan FSH dan LH dapat menekan pembentukan testosteron secara langsung pada sel *leydig*, sehingga terjadinya gangguan dalam keseimbangan hormonal. Gangguan tersebut menyebabkan penurunan kualitas spermatozoa yang dihasilkannya yaitu tingkat kemampuan hidup spermatozoa.

Pada perlakuan A dan B jumlah telur terbuahi mencapai kisaran tinggi yaitu di atas 80%. Tingginya jumlah telur terbuahi disebabkan kualitas dan jumlah sperma yang dikeluarkan

pada perlakuan B masih dalam kualitas baik untuk dapat membuahi telur-telur yang dikeluarkan. Dosis asupan biji pepaya pada perlakuan B diduga belum bekerja maksimal untuk dapat menurunkan tingkat fertilitas sehingga telur yang dikeluarkan oleh induk betina ikan nila masih banyak terbuahi. Pada perlakuan A tingkat pembuahan masih dalam katagori baik (normal). Tingkat pembuahan ikan nila sudah dalam katagori baik jika mencapai pembuahan 80% (Nainggolan *et al.* 2015). Dari perbandingan perlakuan kontrol tersebut dapat dinyatakan bahwa asupan biji pepaya untuk menekankan tingkat fertilitas efektif terhadap menurunkan derajat pembuahan.

Tingkat penetasan telur

Persentase penetasan telur sangat berhubungan erat dengan tingkat pembuahan, apabila tingkat perkembangan embrio pada pembuahan baik maka tingkat penetasan pun akan tinggi. Penetasan merupakan kemampuan embrio yang berkembang dalam telur untuk menetas menjadi larva. Pada penelitian ini persentase penetasan telur ikan nila tertinggi terdapat pada perlakuan A (kontrol) dengan rata-rata 99,87 % dan yang paling rendah terdapat pada perlakuan E (70 mg) yaitu 99,24 %. Persentase penetasan telur penelitian ini berada pada kisaran diatas 99 %, baik pada perlakuan kontrol maupun pada perlakuan yang diberi asupan biji pepaya.

Tingginya derajat penetasan pada semua perlakuan diduga pada saat telur dibuahi perkembangan embrio berjalan sempurna tanpa ada gangguan dari faktor internal seperti faktor genetik, kualitas sperma yang membuahi sel telur dan kualitas embrio serta faktor eksternal seperti kualitas air media (Oyen *et al.* 1991, Masrizal & Efrizal 1997, Minggawati & Lukas 2012, Jalalu-

ddin 2014). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air media seperti pH, oksigen terlarut dan suhu media uji memiliki nilai yang sesuai untuk perkembangan larva ikan nila. Tammadusturi & Basuki (2012) menyatakan bahwa ikan nila memiliki tingkat penetasan yang baik dengan rata-rata sebesar 88,70 - 89,24%. Pada penelitian ini persentase penetasan telur tergolong baik yakni > 90%.

Abnormalitas sperma

Hasil pengamatan terhadap spermatozoa yang dikeluarkan oleh induk ikan nila jantan pada semua perlakuan terdapat sedikit perbedaan pada perlakuan A (kontrol) dengan perlakuan yang diberikan asupan biji pepaya B (40 mg), C (50 mg), D (60 mg) dan E (70 mg). Pada perlakuan A bentuk spermatozoa normal, sedangkan perlakuan yang diberikan campuran biji pepaya dalam pakan terdapat bentuk spermatozoa yang abnormal seperti ekor keriting, ekor membengkok, ekor bercabang, ekor ganda, ekor pendek, kepala berganda dan kepala tidak terbentuk sempurna.

Abnormalitas sperma ikan uji disebabkan adanya gangguan metabolisme sperma oleh senyawa aktif yang bersifat sitotoksik dalam biji pepaya. Menurut Sukadana *et al.* (2008), biji pepaya diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder golongan triterpenoid (saponin), flavonoid, alkaloid, dan tanin. Biji pepaya mengandung dua zat aktif yaitu golongan steroid dan golongan triterpenoid yang diperkirakan bersifat antifertilitas (Verma & Chinoy 2001, Satriyasa *et al.* 2010). Winarno & Sundari (1997) menyatakan bahwa golongan alkaloid dapat memengaruhi spermatogenesis. Senyawa alkaloid dapat menekan sekresi hormon reproduksi yang diperlukan untuk berlangsungnya

spermatogenesis. Alkaloid merupakan salah satu golongan senyawa yang terkandung dalam biji pepaya diduga bertanggung jawab atas aktivitas antifertilitas dan berpengaruh terhadap kadar hormon testosterone serta bobot organ reproduksi. Mekanisme yang diduga menyebabkan adanya penurunan kadar hormon testosterone adalah alkaloid bersifat sitotoksik sehingga menghambat perkembangan dan kerja sel *leydig* dalam menghasilkan hormon testosterone (Lohiya *et al.* 2002).

Abnormalitas sperma diduga terjadi pada proses pematangan sperma ikan. Pada proses tersebut, sperma akan membutuhkan energi yang diperoleh melalui pengubahan senyawa protein dengan bantuan enzim. Senyawa aktif dalam biji pepaya seperti tanin diduga berperan aktif menghambat proses kerja enzim sehingga protein tidak dapat diubah menjadi energi untuk proses pematangan sperma. Devi & Urooj (2010) menyatakan bahwa tanin adalah senyawa yang mampu mengikat protein dalam membran spermatozoa sehingga menyebabkan enzim tiro-sin dan proses fosforilasi dalam membran spermatozoa terganggu yang berakibat terjadinya abnormalitas morfologi dan viabilitas spermatozoa.

Solihati *et al.* (2013) menyatakan bahwa senyawa metabolit sekunder flavonoid juga berperan dalam menyebabkan abnormalitas primer karena senyawa flavonoid memiliki kemampuan dalam merusak tahapan akhir spermatogenesis. Hal ini menunjukkan bahwa biji pepaya telah memengaruhi bentuk morfologi spermatozoa normal menjadi abnormal. Menurut Sujoko *et al.* (2009), bentuk morfologi sel spermatozoa berpengaruh terhadap pembuahan, jika jumlah abnormalitas tinggi maka akan menurunkan tingkat fertilitas.

Motilitas sperma

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pakan yang diberikan campuran biji pepaya memberikan pengaruh terhadap aktivitas pergerakan (motilitas) sperma setelah dikeluarkan dari organ reproduksi ikan jantan. Pada perlakuan E (dosis 70 mg) menunjukkan waktu motilitas dan viabilitas sperma terendah dengan waktu 45,032" dibandingkan dengan perlakuan asupan biji pepaya lain, sedangkan perlakuan A (kontrol) menunjukkan waktu motilitas dan viabilitas sperma tertinggi (05'43,022"). Motilitas berhubungan erat dengan abnormalitas sperma. Sperma abnormal akan memiliki jumlah energi lebih sedikit untuk proses motil. Rendahnya motilitas dan viabilitas sperma pada perlakuan E diduga akibat pengaruh zat aktif tanin dan papain dalam biji pepaya.

Selain itu, senyawa aktif dalam biji pepaya diduga juga mengganggu tahap akhir proses pelepasan dan perjalanan sperma untuk membuahi sel telur. Winarno & Sundari (1997) dan Muslichah & Wiratmo (2015) menyatakan bahwa tanin adalah senyawa metabolit sekunder yang mengganggu proses transportasi sperma dengan cara menggumpalkan sperma. Sperma dapat bergerak karena adanya energi dari leher yang disalurkan ke bagian ekor yang diproduksi oleh mitokondria di bagian leher sperma. Diduga abnormalitas pada bagian leher spermatozoa menyebabkan fungsi mitokondria dalam menghasilkan energi tidak maksimal sehingga sperma tidak dapat mencapai sel telur yang akhirnya fertilitas tercegah. Selain tanin, senyawa papain yang termasuk kelompok protease yaitu enzim yang dapat memutus ikatan polipeptida juga dapat memengaruhi motilitas spermatozoa yaitu dengan cara merusak komposisi cairan epidid-

mis dan enzim yang dihasilkan oleh spermatozoa (Lohiya *et al.* 2002, Lohiya *et al.* 2008, Nuraini *et al.* 2012).

Abnormalitas larva

Hasil pengamatan terhadap abnormalitas larva ikan nila pada semua perlakuan dan ulangan menunjukkan bahwa pemberian tepung biji pepaya tidak berpengaruh terhadap morfologi larva ikan nila baik dari segi sirip, kepala dan bentuk tubuh ikan. Secara keseluruhan, larva ikan nila yang hidup baik ikan kontrol maupun ikan dengan perlakuan tidak menunjukkan adanya cacat morfologis. Kondisi ini diduga karena spermatozoa berperan baik dalam proses membuahi telur dan perkembangan embrio sehingga larva yang dihasilkan adalah normal. Spermatozoa yang tidak sempurna atau abnormal akibat pengaruh senyawa penghambat dari biji pepaya diduga tidak berhasil membuahi sel telur.

Sintasan larva

Persentase laju sintasan larva ikan nila pada penelitian ini tidak beda nyata. Laju sintasan tertinggi terdapat pada perlakuan A (kontrol) dan B (40 mg) dengan persentase > 50 %, sedangkan perlakuan C (50 mg), D (60 mg) dan E (70 mg) adalah > 43 %. Tingginya dosis yang diberikan dalam penelitian ini terbukti tidak berpengaruh terhadap sintasan larva ikan nila. Hal ini dapat dilihat pada perlakuan E dengan dosis 70 mg tepung biji pepaya, larva ikan nila dapat tumbuh secara normal, sedangkan pada perlakuan C sintasan larva nila terendah.

Rendahnya laju sintasan diduga karena adanya gangguan faktor luar (eksternal) yang memengaruhi aspek fisiologis larva. Laju sintasan ikan sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan karena lingkungan yang baik sangat di-

perlukan untuk pertumbuhan dan sintasannya (Brummet 1995, El-Sayed *et al.* 1996, Huang & Chiu 1997, El-Sayed 2006). Tingginya kematian yang terjadi pada masa pemeliharaan larva diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu ruang gerak larva yang sempit oleh jumlah biota yang banyak (Kebus *et al.* 1992, Barcellos *et al.* 1999), laju pertumbuhan larva yang cepat sehingga akan mengakibatkan pasokan oksigen tidak mencukupi yang diikuti oleh penurunan kualitas air (Barton & Iwama 1991, Bonga 1997, Azaza *et al.* 2008) serta meningkatnya kompetisi dalam memperoleh makanan (Fernandes & Volvato 1993) yang memberikan tekanan fisiologis terhadap ikan berupa stres.

Dampak stres mengakibatkan daya tahan tubuh ikan menurun sehingga terjadi kematian. Menurut Effendie (1997), pada populasi ikan terdapat kecenderungan bahwa ikan yang lebih tua tingkat mortalitasnya lebih kecil dibanding ikan yang lebih muda. Menurut Bolivar *et al.* (2008) tingkat kelangsungan hidup benih ikan nila pada kolam pemeliharaan memiliki tingkat kelangsungan hidup antara 49,52-73,35%. Kemudian Yustysi *et al.* (2016) juga menyatakan bahwa nilai sintasan ikan nila pada lingkungan budi daya umumnya berkisar 67,35-68,21%. Effendie (1997) menyatakan bahwa nilai sintasan di atas 50% digolongkan baik, antara 30-50% digolongkan sedang, dan dibawah 30% rendah.

Kualitas air

Kualitas air merupakan salah satu parameter yang dapat memengaruhi pertumbuhan dan sintasan organisme akuatik. Dalam keadaan kualitas air yang tidak optimum, ikan akan mudah stres dan terserang penyakit; bahkan pada kisaran nilai tertentu, dapat menyebabkan ke-

matian. Kisaran suhu selama penelitian masih dalam batas kelayakan bagi pemeliharaan ikan nila, yaitu 26-28°C. Parameter pH air selama penelitian adalah 6,5 -6,9 dan cenderung stabil hingga akhir penelitian. Popma & Masser (1999) menyatakan bahwa umumnya ikan nila dapat hidup pada kisaran pH 5-10, tetapi untuk pertumbuhan terbaik yaitu pada kisaran pH 6-9. Hal ini menunjukkan pH yang terukur selama penelitian masih berada dalam kondisi optimum.

Ikan nila dikenal tahan terhadap kadar oksigen terlarut yang rendah. Menurut Tran-Duy *et al.* (2008) oksigen terlarut minimum untuk tilapia sebesar 2,9 mg L⁻¹. Hasil yang diperoleh selama penelitian menunjukkan konsentrasi oksigen terlarut berkisar antara 4,8-5,3 mg L⁻¹. Kadar oksigen terlarut selama penelitian selalu dijaga dalam keadaan optimum dengan bantuan aerasi. Dengan demikian, konsentrasi kualitas air selama penelitian masih dalam batas kelayakan bagi pemeliharaan ikan nila.

Simpulan

Tepung biji pepaya yang dicampurkan dalam pakan berpengaruh terhadap bentuk morfologi sperma serta abnormalitas pada sperma ikan nila *Oreochromis niloticus*. Tepung biji pepaya juga memengaruhi proses motilitas sperma dan proses pembuahan telur ikan nila. Namun, senyawa aktif dalam tepung biji pepaya tidak berpengaruh terhadap morfologi dan abnormalitas larva ikan nila yang dihasilkan.

Persantunan

Peneliti mengucapkan terima kasih atas bantuan teknis dan penyediaan sarana penelitian kepada Balai Benih Ikan Pante Jaloh Kecamatan Sawang Kabupaten Aceh Utara. Penulis juga menghaturkan terima kasih kepada Laborato-

rium Akuakultur Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh atas penyediaan sarana analisis mikroskopis.

Daftar pustaka

- Adeneye AA, Olagunju JA. 2009. Preliminary hypoglycemic and hypolipidemic activities of the aqueous seed extract of *Carica papaya* Linn in Wistar rats. *Biology and Medicine*, 1(1): 1-10.
- Amilhat E, Lorenzen K, Morales EJ, Yakupitiyage A, Little DC. 2009. Fisheries production in Southeast Asian farmer managed aquatic systems (FMAS). II. Diversity of aquatic resources and management impacts on catch rates. *Aquaculture*, 298 (3-4): 219-226.
- Arthur RI, Lorenzen K, Homekingkeo P, Sidavong K, Sengvilaikham B, Garaway CJ. 2010. Assessing impacts of introduced aquaculture species on native fish communities: Nile tilapia and major carps in SE Asian freshwaters. *Aquaculture*, 299(1-4): 81-88.
- Attayde JL, Brasil J, Menescal RA. 2011. Impacts of introducing Nile tilapia on the fisheries of a tropical reservoir in Northeastern Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, 18(6): 437-443.
- Azaza, MS, Dhraïef MN, Kraïem MM. 2008. Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. *Journal of Thermal Biology*, 33(2): 98-105.
- Barcellos LJG, Nicolaiewsky S, de Souza SMG, Lulhier F. 1999. The effects of stocking density and social interaction on acute stress response in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. *Aquaculture Research*, 30 (11-12): 887-892.
- Barton BA, Iwama GK. 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Reviews of Fish Diseases*, 1: 3-26.
- Bolivar RB, Bolivar HL, Sayco RMV, Jimenez ET, Argueza RB, Dadag LB, Taduan AG, Borski RJ. 2008. Growth evaluation, sex conversion rate and percent Survival

- of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings in earthen ponds. In: Elghobashy H, Fitzsimmons K, Diab AS (ed.). *Proceeding on 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture*, October 12-14, 2008. Cairo, Egypt. 1436 p.
- Bonga SEW. 1997. The stress response in fish. *Physiological Reviews*, 77(3): 591-625.
- Brummett RE. 1995. Environmental regulation of sexual maturation and reproduction in tilapia. *Reviews in Fisheries Science*, 3(3): 231-248.
- Canonico GC, Arthington A, McCrary JK, Thieme ML. 2005. The effects of introduced tilapias on native biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 15(5): 463-483.
- Chinoy NJ. 1985. The reversible antifertility effect of extract of *Carica papaya* seeds on male rats. In: Kumar ATC, Waites GMH (ed.). *Methods for the Regulation of Male Fertility. Proceeding of Symposium organised by the Indian Council of Medical Research and WHO at the Institute for Research in Reproduction*. Published by India Council of Medical Research. New Delhi. 95 p.
- Courtenay WR. 1997. Tilapias as non-indigenous species in the Americas: environmental, regulatory and legal issues. In: Costa-Pierce BA, Rakocy JE (ed.). *Tilapia Aquaculture in the Americas. World Aquaculture Society: Volume I*, Baton Rouge, LA; pp. 18-33.
- Coward K, Little D. 2001. Culture of the 'aquatic chicken': present concerns and future prospects. *Biologist*, 48(1): 12-16.
- de Silva SS, Subasinghe RP, Bartley DM, Lowther A. 2004. Tilapias as alien aquatics in Asia and the Pacific: A Review. *FAO Fisheries Technical Paper*, 453: 65 pp.
- Devi V, Urooj A. 2010. Nutrient profile and antioxidant components of *Costus Speciosus* Sm. and *Costus igneus* Nak. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 1(1): 116-118.
- Effendie MI. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri, Bogor. 112 hlm.
- Effendie MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta. 163 hlm.
- Ehrlich PR. 1988. Attributes of invaders and invading processes. In: Drake J, di Castri F, Groves R, Kruger F, Mooney H, Rejmanek A, Williamson M (ed.). *Biological Invasions: A Global Perspective*. John Wiley: Chichester, UK; pp. 315-328
- El-Sayed AFM, El-Ghobashy A, Al-Amoudi M. 1996. Effects of pond depth and water temperature on the growth, mortality and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture Research*, 27(9): 681-687.
- El-Sayed AFM. 2006. *Tilapia Culture*. CABI Publishing, CABI International, Willingford, Oxfordshire, United Kingdom. 277 p.
- Fernandes MDO, Volpato GL. 1993. Heterogeneous growth in the Nile tilapia: Social stress and carbohydrate metabolism. *Physiology & Behavior*, 54(2): 319-323.
- Francis G, Kerem Z, Harinder PS, Makkar, Becker K. 2002. The biological action of saponins in animal system: review. *British Journal of Nutrition*, 88(6): 587-605.
- Froese R, Pauly D. 2018. Fishbase. *World Wide Web electronic publications*: www.fishbase.org, version (06/2018).
- Harrison IJ, Stiassny MLJ. 1999. The quiet crisis: a preliminary listing of the freshwater fishes of the world that are extinct or 'missing in action'. In: MacPhee RDE, Sues HD (ed.). *Extinctions in Near Time*. Kluwer Academic Publishers, New York, pp. 271-331.
- Hasanah W, Sukarjati. 2016. Pengaruh pemberian ekstrak biji pepaya (*Carica Papaya* L.) dan ekstrak daun mimba (*Azadirachta Indica* A. Juss) dan campuran ekstrak biji pepaya dan ekstrak daun mimba terhadap kualitas sperma (*Mus Musculus*). *Wahana*, 67(2): 59-69.
- Hossan MS, Ulka SB, Motin MA, Tarafder MAK, Sukhan ZP, Rashid H. 2013. Egg and fry production performance of female tilapia related to fluctuating temperature and size variation. *Proceeding on 4th the International Conference on Environmental Aspects of Bangladesh*. Fukuoka, Japan, August 24-26, 2013. The University of Kitakyushu. 140 p.

- Huang WB, Chiu TS. 1997. Effects of stocking density on survival, growth, size variation, and production of Tilapia fry. *Aquaculture Research*, 28(3): 165–173.
- Jalaluddin. 2014. Pengaruh salinitas terhadap fekunditas fungsional, daya tetas telur dan benih ikan nila salin (*Oreochromis niloticus* Linn). *Jurnal Manajemen Perikanan dan Kelautan*, 1(2): 17-31.
- Kebus MJ, Collins MT, Brownfield MS, Amundson CH, Kayes TB, Malison JA. 1992. Effects of rearing density on stress response and growth of rainbow trout. *Journal of Aquatic Animal Health*, 4(1): 1-6.
- Khalil M, Aida N, Adhar S, Hartami P. 2016. Pencampuran tepung daun gendarusa (*Justicia gendarussa*) dalam pakan untuk mengurangi fertilitas ikan nila gift, *Oreochromis* sp. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(1): 11-23.
- Lohiya NK, Manivannan B, Goyal S, Ansari AS. 2008. Sperm motility inhibitory effect of the benzene chromatographic fraction of the chloroform extract of the seeds of *Carica papaya* in langur monkey, *Presbytis entellus entellus*. *Asian Journal of Andrology*, 10(2): 298-306.
- Lohiya, NK, Manivannan B, Mishra, PK, Pathak N, Sriram S, Bhande SS, Panneerdoss S. 2002. Chloroform extract of *Carica papaya* seeds induces long-term reversible azoospermia in Langur monkey. *Asian Journal of Andrology*, 4(1): 17-26.
- Lorenzen K. 2005. Population dynamics and potential of fisheries stock enhancement: practical theory for assessment and policy analysis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1453): 171–189.
- Masrizal, Efrizal. 1997. Pengaruh rasio pengenceran mani terhadap fertilisasi sperma dan daya tetas telur ikan mas (*Cyprinus carpio* L). *Fisheries Journal Garing*, 6: 1-9.
- McGinnity P, Prodöhl P, Ferguson A, Hynes R, Maoiléidigh ÓN, Baker N, Cotter D, O'Hea B, Cooke D, Rogan G, Taggart J, Cross T. 2003. Fitness reduction and potential extinction of wild populations of Atlantic salmon *Salmo salar*, as a result of interactions with escaped farm salmon. *Proceedings of the Royal Society, Series B: Biological Sciences*, 270(1532): 2443–2450.
- McKaye KR, Ryan JD, Stauffer JR, Perez LJJ, Vega GI, van den Berghe EP. 1995. African tilapia in Lake Nicaragua: ecosystem in transition. *Bioscience*, 45(6): 406–411.
- Minggawati I, Lukas. 2012. Studi kualitas air untuk budidaya ikan karamba di Sungai Kahayan. *Jurnal Media Sains*, 4(1): 87–91.
- Moyle PB, Leidy RA. 1992. Loss of biodiversity in aquatic ecosystem: evidence from fish faunas. In: Fiedler PL, Jain SK (ed.). *Conservation Biology: the Theory and Practice of Nature Conservation, Preservation and Management*. Chapman and Hall, New York. pp. 127-169
- Muchlisin ZA, Azizah MNS. 2009. Diversity and distribution of freshwater fishes in Aceh Water. Northen-Sumatera, Indonesia. *International Journal of Zoological Research*, 5(2):62-79.
- Muslichah S, Wiratmo. 2015. Efek antifertilitas fraksi *n*-heksana, fraksi kloroform, dan fraksi metanol biji pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap tikus jantan Galur Wistar. *Jurnal Farmasi Sains dan Terapan*, 2(2): 10-14.
- Nainggolan R, Revol D, Monijung, Mingkid W. 2015. Penambahan madu dalam pengenceran sperma untuk motilitas spermatozoa, fertilisasi dan daya tetas telur ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Ejournal Budidaya Perairan*, 3(1): 131-140.
- Naylor R, Hindar K, Fleming I, Goldberg R, Williams S, Volpe J, Whoriskey F, Eagle J, Kelso D, Mangel M. 2004. Fugitive salmon: assessing the risks of escaped fish from net-pen aquaculture. *Bioscience*, 55(5): 427–437.
- Nuraini T, Kusmana D, Afifah E. 2012. Penyuntikan ekstrak biji *Carica papaya* L. varietas Cibinong pada *Macaca fascicularis* L. dan kualitas spermatozoa serta hormon testosteron. *Makara Kesehatan*, 16(1): 9-16.
- Ogut-Oghwayo R. 1990. The decline of the native fishes of lakes Victoria and Kyoga (East Africa) and the impact of introduced species, especially the Nile perch, *Lates niloticus*, and the Nile tilapia,

- Oreochromis niloticus*. *Environmental Biology of Fishes*, 27(2): 81–96.
- Oyen FGF, Camps LECMN, Bonga WSE. 1991. Effects of acid stress on the embryonic development of the common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquatic Toxicology*, 19(1): 1–12.
- Popma T, Masser M. 1999. Tilapia life history and biology. Southern Regional Aquaculture Center Publication No. 283.
- Puspitasari Y, Suhita BM. 2014. Pemberian ekstrak ethanol biji pepaya (*Carica papaya*) sebagai bahan antifertilitas alternatif pada tikus betina (*Rattus novvergicus*) terhadap jumlah dan kualitas sel telur. *Veterinaria Medika*, 7(1): 1–6.
- Rusmiati. 2007. Pengaruh ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan* L) terhadap viabilitas spermatozoa mancit jantan (*Mus musculus* L). *Bioscientiae*, 4(2): 63–70.
- Rustadi. 1996. Pengambilan telur dari induk nila merah (*Oreochromis* sp) pengaruhnya terhadap kecepatan berpijah kembali. *Jurnal Perikanan*, 1(1): 27–34
- Salsabila A, Basuki F, Hastuti S. 2013. Performa pertumbuhan strain ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang berbeda pada sistem budidaya minapadi. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(4): 1–6
- Satriyasa BK, Pangkahila, Wimpie I. 2010. Fraksi heksan dan fraksi metanol ekstrak biji pepaya muda menghambat spermatogonia mencit (*Mus musculus*) jantan. *Jurnal Veteriner*, 11(1): 36–40.
- Satriyasa BK. 2008. Fraksi heksan ekstrak biji pepaya muda dapat menghambat proses spermatogenesis mencit jantan lebih besar daripada fraksi metanol ekstrak biji pepaya muda. *Indonesian Journal of Biomedical Science*, 2(2): 1–12
- Solihati N, Purwantara B, Supriatna I, Winarto A. 2013. Perkembangan sel-sel spermatogenik dan kualitas sperma pasca pemberian ekstrak pegagan (*Centella asiatica*). *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 18(3): 192–201.
- Sujoko H, Setiadi MA, Boediono A. 2009. Seleksi spermatozoa domba Garut dengan metode sentrifugasi Gradien Densitas Percoll. *Jurnal Veteriner*, 10(3): 125–132.
- Sukadana IM, Santi SR, Juliariti NK. 2008. Aktivitas antibakteri senyawa golongan triterpenoid dari biji pepaya (*Cacica papaya* L). *Jurnal Kimia*, 2(1): 15–18.
- Tammadusturi, Basuki. 2012. Analisis karakter reproduksi ikan nila kunti (*Oreochromis niloticus*) F4 dan F5. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 1(1): 180–192.
- Teletchea F, Fontaine P. 2012. Levels of domestication in fish: implications for the sustainable future of aquaculture. *Fish and Fisheries*, 15(2): 181–195.
- Thomas ANS. 1989. *Tanaman Obat Tradisional*. Kanisius. Yogyakarta. 130 hlm.
- Tran-Duy A, Schrama JW, van Dam AA, Verreth JAJ. 2008. Effect of oxygen concentration and body weight on maximum feed intake, growth and hematological parameters of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 275(1–4): 152–162.
- Trewavas E. 1983. *Tilapiine Fishes of the Genera Sarotherodon, Oreochromis and Danakilia*. British Museum of Natural History: London. 583 p.
- Verma RJ, Chinoy NG. 2001. Effect of papaya seed extract on microenvironment of cauda epididymis. *Asian Journal of Andrology*, 3(2): 143–146.
- Wargasasmita S. 2005. Ancaman invasi ikan asing terhadap keanekaragaman ikan asli. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*, 5(1): 5–10.
- Winarno MW, Sundari D. 1997. Informasi tanaman obat untuk kontrasepsi tradisional. *Cermin Dunia Kedokteran*, 120: 25–29.
- Yuniwati, Purwanti A. 2008. Optimasi kondisi proses ekstraksi minyak biji pepaya. *Teknologi Technoscintia*, 1(1): 74–84.
- Yustysi DP, Basuki F, Susilowati T. 2016. Analisis karakter reproduksi dan performa benih pendederan ikan nila pandu F6 dengan ikan nila nilasa (*Oreochromis niloticus*) secara resiprokal. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 5(1): 116–123.

Ketahanan ikan lele sangkuriang, *Clarias gariepinus* Burchell 1822 terhadap *Aeromonas hydrophila* pasca pemberian ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) melalui pakan

[The resistance of sangkuriang catfish (*Clarias gariepinus* Burchell 1822) against *Aeromonas hydrophila* bacteria given moringa leaf extracts (*Moringa oleifera* L.) through the feed]

Rosidah^{1✉}, Ibnu Dwi Buwono¹, Walim Lili¹, Ibnu Bangkit Suryadi¹, Ade Reza Triandika²

¹ Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran

² Alumni Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran

Program Studi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran
Jalan Raya Bandung - Sumedang km 21 Jatinangor 40600 Sumedang Jawa Barat

Diterima: 1 Oktober 2018; Disetujui: 8 Januari 2018

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi yang efektif dari ekstrak daun kelor untuk menginduksi ketahanan tubuh ikan lele sangkuriang terhadap serangan bakteri *Aeromonas hydrophila*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental Rancangan Acak Lengkap dengan enam perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan penelitian yang digunakan adalah penambahan ekstrak daun kelor ke dalam pakan dengan konsentrasi 0 ppm (A), 100 ppm (B), 125 ppm (C), 150 ppm (D), 175 ppm (E) dan 200 ppm (F). Parameter yang diamati meliputi jumlah total sel darah, peningkatan jumlah sel darah putih, gejala klinis, dan sintasan. Data peningkatan jumlah sel darah putih dan sintasan dianalisis menggunakan uji F dan uji jarak berganda pada taraf kepercayaan 5%, sedangkan data gejala klinis dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak daun kelor efektif untuk menginduksi ketahanan tubuh lele sangkuriang. Konsentrasi 150 ppm menghasilkan rata-rata jumlah sel darah putih tertinggi $23,46 \pm 6,46\%$ dan setelah diuji tantang tidak menunjukkan gejala klinis, serta tingkat sintasan yang tertinggi sebesar $80,0 \pm 5,00\%$. Berdasarkan analisis regresi konsentrasi ekstrak daun kelor memberikan pengaruh sebesar 95,62% dengan konsentrasi optimum sebesar 153,95 ppm terhadap sintasan ikan lele sangkuriang setelah di uji tantang dengan *Aeromonas hydrophila*.

Kata penting : ekstrak daun kelor, gejala klinis, ketahanan lele, sintasan, sel darah putih.

Abstract

This study aims to reveal effective concentration of moringa leaf extract which is inducing body resistance of sangkuriang catfish against *Aeromonas hydrophila*. This study used as experimental method of completely randomized design (CRD) with six treatments and three replications. The treatment used in this research were the addition of moringa leaf extract into feed with concentration of 0 ppm (A), 100 ppm (B), 125 ppm (C), 150 ppm (D), 175 ppm (E) and 200 ppm (F). Observed parameters were total leukocyte count, increase in leukocyte, clinical sign and survival rate. Increase in leukocyte and survival rate data were analyzed using F test and Duncan test with significance level 0.05, while clinical sign data was analyzed descriptively. The results showed that moringa leaf extract was effective to induce the immune of sangkuriang catfish. The treatment of 150 ppm has the highest total leukocyte count of $23.46 \pm 6.46\%$ and didn't have clinical symptoms after challenge with *Aeromonas hydrophila* and the highest survival rate $80.0 \pm 5.00\%$. Based on the regression analysis, 153.95 ppm of Moringa leaf extract is the optimum concentration with 95.62% on the survival of sangkuriang catfish after challenge with *Aeromonas hydrophila*.

Keywords: moringa leaf extract, clinical symptom, catfish resistance, leukocyte cell, survival rate.

Pendahuluan

Ikan lele sangkuriang merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang paling banyak di-

budidayakan oleh masyarakat Indonesia terutama di pulau Jawa. Keunggulan ikan lele sangkuriang antara lain pertumbuhan cepat, fekunditas tinggi, mampu hidup dengan kepadatan tinggi, dan dapat dibudidayakan di lahan yang terbatas (Hastuti & Subandiyono 2014).

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: ros_ahdi@yahoo.com

Usaha budi daya ikan lele sering didapatkan dengan penyakit yang menyebabkan kematian pada ikan. Penyakit pada ikan disebabkan oleh virus, bakteri, dan jamur (Ikeogu *et al.* 2010). Sistem pemeliharaan ikan dengan kepadatan tinggi dan kualitas air yang buruk dapat memicu stres pada ikan yang akan memengaruhi kesehatan ikan (Novriadi *et al.* 2014). Salah satu penyakit patogen pada ikan lele sangkuriang adalah penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Aeromonas hydrophila*, biasa disebut “*Motil Aeromonas Septicemia*” (MAS). Bakteri *A. hydrophila* menyebabkan luka pada tubuh ikan, borok, pendarahan, dan kematian (Anyanwu *et al.* 2014).

Penanggulangan penyakit MAS pada ikan biasanya dilakukan setelah ikan terinfeksi penyakit. Dalam usaha budi daya, penanggulangan seperti ini akan merugikan petani karena membutuhkan biaya yang tinggi. Solusi yang dapat dilakukan adalah melakukan tindakan pencegahan (*preventif*). Penanggulangan penyakit melalui tindakan pencegahan dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain menjaga kualitas air, pemberian pakan, dan pemberian imunostimulan. Menurut Buchmann (2014), imunostimulan merupakan zat atau obat yang dapat mengembalikan ketidakseimbangan sistem kekebalan tubuh yang terganggu dengan cara merangsang dan memperbaiki fungsi sistem kekebalan tubuh. Pemberian imunostimulan dapat diberikan melalui injeksi, pakan (oral), dan perendaman (Maqsood *et al.* 2011). Mekanisme pertahanan tubuh ikan terdapat dua bagian yaitu spesifik dan non spesifik. Pertahanan spesifik terjadinya respon imun yang menghasilkan antibodi untuk menangkal serangan bakteri, virus, jamur dan parasit. Pertahanan non spesifik yaitu merupakan pertahanan pertama dalam tubuh

yang berperan sebagai garis pertahanan pertama sebelum zat asing menimbulkan infeksi. Pertahanan non spesifik adalah suatu proses terjadinya pembentukan penghalang (*barrier*) pada kulit untuk perlindungan dari patogen yang berasal dari luar kulit (Mohapatra *et al.* 2012, Labh & Shakya 2014, Dhama *et al.* 2015).

Pencegahan penyakit dengan penggunaan bahan-bahan yang bersifat imunostimulan baik yang bersifat alami maupun sintesis dapat meningkatkan aktivitas pertahanan non spesifik serta merangsang organ pembentuk antibodi dalam tubuh untuk bekerja secara maksimal. Imunostimulasi biasa dilakukan dengan pemberian komponen mikrobial seperti β -glukan dan lipopolisakarida (LPS) atau sel bakteri yang telah dimatikan (Dalmo & Bogwald 2008). Kendala dari imunostimulan tersebut adalah harganya relatif mahal, sehingga diperlukan sumber imunostimulan lain yang murah dan mudah penanganannya dengan menggunakan tumbuhan.

Beberapa tumbuhan dapat menjadi sumber imunostimulan, antara lain meniran, lidah buaya, mengkudu, teh hijau, jintan hitam, rumput laut, sirsak, dan lain-lain (Sajid *et al.* 2011, Bairwa *et al.* 2012). Vitamin yang terkandung dalam tumbuhan yang berfungsi sebagai imunostimulan adalah vitamin C dan E (Mastan 2015, Bairwa *et al.* 2012). Senyawa bioaktif pada tumbuhan yang berfungsi sebagai agen imunostimulan adalah alkaloid, flavanoid, fenol dan terpenoid, steroid (Hai 2015).

Salah satu tumbuhan yang mempunyai kandungan yang sama dengan beberapa tumbuhan di atas (meniran, lidah buaya, mengkudu, teh hijau, jintan hitam, rumput laut dan sirsak) adalah daun kelor. Kandungan kimiawi pada daun kelor adalah vitamin (A, C, E, K, B₁, B₂,

B₃, B₆), flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, dan terpenoid (Kasolo *et al.* 2010, Gopalkrishnan *et al.* 2016).

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan konsentrasi ekstrak daun kelor (*M. oleifera* L.) yang efektif untuk menginduksi ketahanan lele sangkuriang terhadap bakteri *A. hydrophila* pascapemberian ekstrak daun kelor melalui pakan.

Bahan dan metode

Penelitian dilaksanakan dari bulan Februari sampai Mei 2017 di Laboratorium Fisiologi Hewan Air Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran.

Bahan dan alat

Bahan penelitian yang digunakan meliputi: lele sangkuriang berasal dari Balai Besar Perikanan Budidaya Air Tawar Sukabumi sebanyak 500 ekor berukuran $7 \pm 0,5$ cm, isolat bakteri *Aeromonas hydrophila* dari Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Unpad dengan kepadatan 10^8 cfu mL⁻¹, daun kelor bagian pucuk sampai daun tua diaduk secara komposit, pakan komersial PF 800 dengan kandungan protein 39-41%, media agar NA (*Nutrient Agar*), akuades, dan khlorin

Alat penelitian yang digunakan meliputi akuarium berukuran 40cm x 30cm x 30cm sebanyak 18 buah, timbangan digital UTE, kertas saring Whatman no. 42, *evaporator*, *haemocytometer*, *hand counter*, pH meter, DO meter, *maserator*, *autoclave*, jarum ose, cawan petri, inkubator, termometer, spektrofotometer, dan pemanas air.

Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Leng-

kap yang terdiri atas enam perlakuan dan tiga ulangan. Setiap perlakuan menggunakan 20 ekor ikan lele sangkuriang. Perlakuan yang diberikan adalah pemberian ekstrak daun kelor melalui pakan dengan konsentrasi berdasarkan hasil uji LC₅₀, yaitu :

Perlakuan A	: 0 ppm (Kontrol)
Perlakuan B	: 100 ppm
Perlakuan C	: 125 ppm
Perlakuan D	: 150 ppm
Perlakuan E	: 175 ppm
Perlakuan F	: 200 ppm

Pembuatan ekstrak daun kelor

Daun kelor segar dikering anginkan tanpa paparan sinar matahari, setelah kering ditimbang sebanyak 500 g. Selanjutnya dilakukan maserasi dengan maserator untuk memisahkan kandungan kimiawi pada daun dengan penambahan etanol 96% sebagai pelarut. Perbandingan daun kering dengan pelarut yang digunakan adalah 1:5. Penggunaan perbandingan pelarut mengacu pada Jayaraman *et al.* (2008) yaitu 1:5, artinya 1 kg bahan ekstrak dilarutkan dalam 5 L etanol. Hasil proses maserasi kemudian disaring dengan kertas saring Whatman no. 42. Ekstrak hasil maserasi atau filtrat yang dihasilkan ditampung menjadi satu dan diuapkan dengan *rotatory vacuum evaporator* pada suhu 60°C dengan kecepatan 65 rpm sampai pelarut habis menguap, sehingga didapatkan ekstrak daun kelor pekat (*gel*).

Uji LC₅₀ ikan lele sangkuriang

Uji LC₅₀ (*Lethal Concentration 50%*) dilakukan untuk mengetahui batas maksimum penggunaan ekstrak daun kelor yang mengakibatkan mortalitas 50% pada ikan lele sangkuriang setelah dilakukan perendaman selama

24 jam. Perlakuan yang digunakan dalam uji LC_{50} adalah perendaman ikan dalam larutan ekstrak daun kelor dengan konsentrasi 0 ppm, 10 ppm, 100 ppm, 500 ppm, 1000 ppm 3000 ppm masing-masing sebanyak dua kali ulangan. Sebelum dilakukan uji LC_{50} ikan lele diadaptasikan selama tiga hari dalam akuarium.

Prosedur dalam Uji LC_{50} sebagai berikut: 12 buah akuarium diisi air sebanyak 5 liter, lalu dimasukkan ekstrak daun kelor sesuai dengan konsentrasi perlakuan. Ikan uji dimasukkan secara acak pada setiap akuarium masing-masing sebanyak 10 ekor. Pengamatan dilakukan setiap 15 menit, 30 menit, 1 jam, 2 jam, 4 jam, 8 jam, 16 jam, sampai 24 jam. Kemudian hasil uji LC_{50} dianalisis dengan menggunakan piranti lunak *EPA Probit Analysis*. Hasil *EPA Probit Analysis* memperlihatkan konsentrasi ekstrak daun kelor sebesar 577,352 ppm mematikan ikan uji 50%, konsentrasi 217,053 ppm mematikan ikan uji 15% sebesar, konsentrasi 172,205 ppm mematikan ikan uji 10%, dan konsentrasi 122,234 ppm mematikan ikan uji 5%. Dengan demikian konsentrasi yang digunakan dalam penelitian adalah antara 217,053 ppm sampai 122,234 ppm, dengan kematian antara 5 % sampai 15 %.

Pencampuran pakan dengan ekstrak daun kelor

Ekstrak daun kelor dimasukkan ke dalam gelas ukur berbeda untuk setiap konsentrasinya, yaitu 100 ppm, 125 ppm, 150 ppm, 175 ppm, 200 ppm. Kemudian ekstrak dicampur dengan putih telur sampai merata, untuk merekatkan ekstrak dengan pakan. Selanjutnya dicampurkan dengan pakan yang telah ditimbang sesuai dengan kebutuhan bobot ikan per minggu. Pakan yang telah mengandung ekstrak daun kelor siap untuk diberikan pada ikan uji.

Pemberian perlakuan pada ikan uji

Sebanyak 18 akuarium disiapkan, setiap akuarium diisi dengan air sebanyak 10 liter, kemudian diaerasi selama 24 jam. Sementara itu seluruh ikan uji sebelum digunakan diaklimatisasi dalam bak fiber selama 7 hari untuk meyakinkan bahwa ikan dalam kondisi sehat, diperlihatkan dengan respon yang baik terhadap kejutan dan pakan yang diberikan, tidak cacat dan tidak ada kerusakan tubuh. Selanjutnya ikan uji dimasukkan ke dalam akuarium dengan kepadatan 20 ekor per akuarium. Setelah diaklimatisasi ikan uji diberi perlakuan, yaitu diberi pakan yang telah dicampur ekstrak daun kelor, diberikan selama 21 hari. Pemberian pakan sebanyak 5% dari biomassa tubuh ikan, diberikan tiga kali per hari pada pukul 08:00, 11:00 dan 16:00.

*Persiapan isolat bakteri *Aeromonas hydrophila**

Alat disterilkan dalam autoklaf. Nutrient agar (NA) sebanyak 3 gram ditimbang, kemudian dilarutkan dalam 100 ml akuades dalam *erlenmeyer* sampai homogen, dipanaskan di atas hot plate, ditutup dengan *aluminium foil*, selanjutnya media agar disterilkan. Larutan NA dituangkan pada cawan petri steril hingga merata, dan dibiarkan hingga dingin dan beku. Bakteri diinokulasi dalam media agar (NA) disebar secara merata sebanyak 2 ose, kemudian diinkubasi dalam inkubator dengan suhu 27°C selama 24 jam. Isolat bakteri hasil kultur dipanen dengan menggunakan jarum ose, kemudian dimasukkan ke dalam tabung falcon yang telah berisi NaCl fisiologi steril, selanjutnya di vortex hingga homogen. Setelah homogen kemudian kepadatan bakteri dihitung dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm dan absorban (OD) 0,235. Penambahan NaCl fisiologis atau

isolat bakteri terus dilakukan sampai diperoleh nilai absorban (OD) 0,235, diasumsikan OD 0,235 setara dengan kepadatan bakteri 10^8 CFU mL^{-1} atau larutan Mc Farland no. 1.

Uji tantang

Ikan uji setelah diberi perlakuan selama 21 hari kemudian diuji tantang dengan bakteri *A. hydrophila* dengan kepadatan 10^8 CFU mL^{-1} . Uji tantang dilakukan dengan cara ikan diinfeksi bakteri *A. hydrophila* dengan metode imersi, larutan bakteri dimasukkan ke dalam setiap akuarium sebanyak 10 mL. Setelah ikan diuji tantang dilakukan pengamatan gejala klinis dan sintasan sampai hari ke 14.

Parameter pengamatan

Jumlah leukosit (sel darah putih)

Pengamatan jumlah leukosit (sel darah putih) ikan uji diamati sebanyak tiga kali, yaitu sebelum ikan diberi perlakuan, setelah ikan diberi perlakuan dan setelah diuji tantang *A. hydrophila*. Prosedur yang dilakukan untuk mengamati jumlah leukosit adalah sebagai berikut. Ikan uji disayat bagian vena caudalis-nya sampai darah keluar, kemudian darah yang keluar dihisap dengan pipet sahli sampai skala 0,5 dilanjutkan dengan menghisap larutan *Turk's* sampai skala 11, kemudian dikocok hingga homogen. Larutan yang sudah homogen ditetaskan pada *haemocytometer* dengan volume ($0,2 \times 0,2 \times 0,1$) mm^3 , lalu ditutup dengan kaca penutup. Langkah selanjutnya *haemocytometer* diamati dibawah mikroskop dengan pembesaran 10 kali. Sel darah putih yang teramati dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Nabib & Pasaribu 1989):

$$\text{SDP} = \frac{A}{N} \times \frac{1}{V} \times \text{FP}$$

Keterangan: SDP= jumlah sel darah putih, A= jumlah sel darah putih terhitung, N= jumlah kotak *haemocytometer* yang diamati, V= volume kotak *haemocytometer* yang diamati, FP= faktor pengenceran

Gejala klinis ikan terinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*

Pengamatan gejala klinis meliputi perubahan tingkah laku, perubahan morfologi dengan melihat kerusakan di permukaan tubuh berupa bercak merah (*hyperamia*), nekrosis, pendarahan (*hemorrhagic*), mata menonjol (*exophthalmia*) dan perut membuncit (*dropsy*), perubahan warna kulit ikan dan tingkah laku ikan (gerak renang, respon terhadap pakan dan keseimbangan tubuh). Pengamatan gejala ikan dilakukan selama 14 hari setelah ikan dilakukan uji tantang dengan bakteri *A. hydrophila*.

Sintasan

Pengamatan sintasan ikan lele sangkuriang dilakukan setelah ikan diuji tantang dengan bakteri *A. hydrophila*. Perhitungannya dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut (Effendie 1997) :

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

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

Analisis data

Data jumlah sel darah putih dan sintasan, dianalisis dengan menggunakan uji F (ANOVA) dengan taraf 5 %. Jika terdapat terdapat pengaruh, dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (Gasperz 1995). Gejala klinis dianalisis secara deskriptif.

Hasil

Jumlah sel darah putih (leukosit)

Pengamatan jumlah sel darah putih dilakukan untuk mengetahui perubahan jumlah sel

darah putih ikan lele sangkuriang sebelum diberi perlakuan, setelah diberi perlakuan dengan ekstrak daun kelor, dan setelah diuji tantang dengan bakteri *A. hydrophila*. Berdasarkan hasil pengamatan sel darah putih sebelum dan setelah diberi perlakuan (Tabel 1) dan setelah diuji tantang (Tabel 2) memperlihatkan jumlah sel darah putih yang berbeda.

Berdasarkan hasil pengamatan, ikan uji pada setiap perlakuan mengalami persentase peningkatan jumlah sel darah putih yang berbeda-beda setelah diberi ekstrak daun kelor. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun kelor yang diberikan, jumlah sel darah putih semakin meningkat, namun peningkatan jumlah sel darah putih terjadi sampai konsentrasi 150 ppm (perlakuan D). Di atas konsentrasi 150 ppm terjadi sedikit penurunan jumlah sel darah putih, yaitu pada konsentrasi 175 ppm (perlakuan E) dan 200 ppm (perlakuan F) (Tabel 1).

Hasil analisis sidik ragam memperlihatkan pemberian ekstrak daun kelor memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap peningkatan jumlah sel darah putih lele sangkuriang.

Hasil uji Duncan pada taraf kepercayaan 5% memperlihatkan perlakuan A (0 ppm) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan B (100 ppm), C (125 ppm), D (150 ppm), E (175 ppm) dan F (200 ppm) tidak memberikan perbedaan yang nyata. Ikan uji yang tidak diberi ekstrak daun kelor (perlakuan A) memperlihatkan peningkatan sel darah putih terkecil, yaitu sebesar $9,33 \pm 2,48\%$ dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Ikan uji yang diberi ekstrak daun kelor mengalami peningkatan jumlah sel darah putih yang tidak memberikan perbedaan yang nyata untuk setiap perlakuan, namun ikan uji pada perlakuan D (150 ppm) cenderung menghasilkan peningkatan jumlah sel darah putih dengan nilai tertinggi yaitu sebesar $23,16 \pm 6,46\%$ (Tabel 1).

Jumlah sel darah putih setelah diberi perlakuan ekstrak daun kelor, kemudian diuji tantang dengan bakteri *A. hydrophila* menghasilkan jumlah sel darah putih yang bervariasi berkisar antara $0,774 \times 10^5$ sel mm^{-3} sampai $1,03 \times 10^5$ sel mm^{-3} (Tabel 2).

Tabel 1. Rata-rata peningkatan jumlah sel darah putih (leukosit) ikan lele sangkuriang setelah diberi ekstrak daun kelor

Perlakuan	Rata-rata jumlah sel darah putih		
	Sebelum pemberian ekstrak ($\times 10^5$ sel mm^{-3})	Setelah pemberian ekstrak ($\times 10^5$ sel mm^{-3})	Persentase peningkatan jumlah sel darah putih (%)
A (0 ppm)	0,702	0,774	$9,33 \pm 2,48^a$
B (100 ppm)	0,673	0,866	$22,33 \pm 3,09^b$
C (125 ppm)	0,685	0,868	$21,00 \pm 2,03^b$
D (150 ppm)	0,701	0,914	$23,16 \pm 6,46^b$
E (175 ppm)	0,696	0,883	$21,13 \pm 2,91^b$
F (200 ppm)	0,684	0,862	$20,63 \pm 2,57^b$

Keterangan : Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata

Tabel 2. Rata-rata peningkatan jumlah sel darah putih (leukosit) ikan lele sangkuriang setelah uji tantang dengan bakteri *Aeromonas hydrophila*

Perlakuan	Setelah pemberian ekstrak ($\times 10^5$ sel mm^{-3})	Setelah uji tantang ($\times 10^5$ sel mm^{-3})	Persentase peningkatan sel darah putih (%)
A (0 ppm)	0,774	1,033	$25,09 \pm 3,81^a$
B (100 ppm)	0,867	0,942	$8,69 \pm 2,93^b$
C (125 ppm)	0,868	0,945	$8,83 \pm 2,27^b$
D (150 ppm)	0,915	0,956	$4,51 \pm 0,84^b$
E (175 ppm)	0,883	0,934	$5,42 \pm 3,11^b$
F (200 ppm)	0,862	0,929	$7,17 \pm 1,93^b$

Keterangan: nilai yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata

Tabel 2 memperlihatkan ikan uji pada semua perlakuan setelah diuji tantang menghasilkan jumlah sel darah putih yang lebih tinggi dibandingkan sebelum diuji tantang. Ikan uji yang tidak diberi ekstrak daun kelor setelah diuji tantang menghasilkan jumlah sel darah putih tertinggi. Semua ikan uji yang diberi perlakuan mengalami peningkatan jumlah sel darah putih sampai batas 150 ppm, diatas 150 ppm mengalami sedikit penurunan, sehingga yang terendah terjadi pada perlakuan F (200 ppm).

Ikan uji pada perlakuan A mengalami peningkatan jumlah sel darah putih tertinggi, yaitu sebesar $25,09 \pm 3,81\%$. Ikan uji yang diberi perlakuan dengan ekstrak daun kelor setelah diuji tantang menghasilkan peningkatan persentase jumlah sel darah putih yang jauh jauh lebih rendah dibandingkan perlakuan A, yaitu berkisar $4,51 \pm 0,84\%$ sampai $8,83 \pm 2,27\%$. Perlakuan D cenderung mengalami peningkatan terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya, yaitu sebesar $4,51 \pm 0,84$.

Gejala klinis ikan lele sangkuriang yang terinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*

Pengamatan gejala klinis pada ikan lele sangkuriang sebagai ikan uji setelah diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* kepadatan 10^8 cfu mL^{-1} . Gejala klinis yang diamati yaitu kerusakan tubuh ikan, respon terhadap pakan, dan kejutan. Kerusakan tubuh ikan meliputi bercak

merah (*hyperamia*), nekrosis, pendarahan (*hemorrhagic*), mata menonjol (*exophthalmia*), dan perut membuncit (*dropsy*).

Kerusakan tubuh

Berdasarkan hasil pengamatan, kerusakan tubuh pada ikan uji mulai terlihat jam ke -24 setelah dilakukan infeksi dengan bakteri *A. hydrophila*. Kerusakan tubuh pada tiap ikan uji tidak timbul merata pada setiap ikan uji (Tabel 3).

Berdasarkan Tabel 3, ikan uji perlakuan A (0 ppm), B (100 ppm), C (125 ppm), D (150 ppm), E (175 ppm), dan F (200 ppm) pada hari ke-1 setelah diinfeksi bakteri *A. hydrophila* belum terlihat adanya kerusakan tubuh. Pada hari ke- 2 ikan uji pada perlakuan A (0 ppm) mulai mengalami kerusakan tubuh berupa kulit kemerahan atau bercak merah (Gambar 1a), berenang tidak beraturan dan perut ikan membuncit (Gambar 1b). Pada hari ke- 14 kerusakan tubuh berupa bercak merah semakin parah dan timbulnya kerusakan pada sirip ikan (Gambar 1c).

Ikan uji perlakuan B (100 ppm), C (125 ppm) dan D (150 ppm) pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-14 tidak memperlihatkan timbulnya gejala klinis terserang *A. hydrophila*. Pada hari ke-12 perlakuan E (175 ppm) dan F (200 ppm) memperlihatkan gejala klinis ringan berupa bercak merah dan pada hari ke-14 hanya beberapa ikan mengalami *dropsy* (perut membuncit).

Tabel 3. Kerusakan tubuh ikan lele sangkuriang selama uji tantang terhadap bakteri *A. hydrophila*

Penga- matan hari ke-	Konsentrasi ekstrak daun kelor (ppm)																	
	0 (A)			100 (B)			125 (C)			150(D)			175 (E)			200 (F)		
	Ulangan ke-																	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	ab	-	a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	ab	a	a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	ab	a	ab	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	abc	ab	ab	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	abc	abc	abc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	abc	abc	abc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	abc	abc	abc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	abc	abc	abc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a	-
11	abc	abc	abc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a	a	-
12	abc	abc	abc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a	a	a	a	a	-
13	abc	abc	abc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a	ab	a	a	a	a
14	abc	abc	abc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a	b	ab	ab	a	ab

Keterangan : (a) : bercak merah (hiperami) (b) : Perut buncit (dropsy)
 (c) : Sirip geripis (-) : tidak ada gejala klinis



(a) Bercak merah/hiperami



(b) Perut membuncit (dropsy)



(c) Sirip geripis

Gambar 1. Gejala klinis ikan lele sangkuriang pasca uji tantang

Respons lele sangkuriang terhadap pakan

Pengamatan respons ikan terhadap pakan dilakukan selama 14 hari. Pengamatan dilakukan dengan cara melihat respons ikan ketika diberi pakan dan mengamati sisa pakan yang mengendap di dasar akuarium. Pada hari ke-1 setelah penyuntikan semua ikan uji tidak memberikan respons terhadap pakan yang diberikan. Ikan uji pada perlakuan A tidak menunjukkan respons terhadap pakan sampai hari ke-5. Pada

perlakuan B (100 ppm), C (125ppm), D (150 ppm), E (175 ppm), dan F (200 ppm) respons pakan mulai terlihat pada hari ke-3 ketika ikan muncul ke permukaan air dan memakan pakan yang diberikan. Pada perlakuan E (175 ppm) dan F (200 ppm) pada hari ke-12 mengalami penurunan respons terhadap pakan (Tabel 4), terlihat sisa pakan yang mengendap di dasar akuarium, namun jumlah lebih sedikit dibandingkan perlakuan A (0 ppm).

Tabel 4. Respons ikan lele sangkuriang terhadap pakan

Pengamatan hari ke-	Konsentrasi ekstrak daun kelor (ppm)																	
	0 (A)			100 (B)			125 (C)			150(D)			175 (E)			200 (F)		
	Ulangan ke-																	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-
3	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
4	-	-	-	+	+	+	++	+	+	++	++	++	+	+	+	+	++	+
5	-	-	-	+	+	+	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	++	++
6	-	+	-	+	+	+	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	++	++
7	-	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++	++
8	-	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
9	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
10	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
11	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	++
12	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+	+
13	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+	+
14	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+	+

Keterangan:

- (-) Respons terhadap pakan tidak ada
- (+) Respons terhadap pakan rendah (ada sisa pakan)
- (++) Respons terhadap pakan normal (pakan tidak bersisa)

Respon ikan lele sangkuriang terhadap kejutan

Uji terhadap kejutan atau gerak refleks dilakukan dengan menepuk dinding akuarium sebanyak tiga kali ketukan. Pada hari ke-1 sampai hari ke-3 semua ikan uji tidak ada refleks terhadap kejutan yang diberikan. Pada perlakuan A (0 ppm) dari hari ke-1 sampai hari ke-6 tidak ada respons terhadap kejutan yang diberikan. Ikan muncul ke permukaan hanya untuk mengambil oksigen dan makan. Pada hari ke-7 hingga akhir masa pemeliharaan ikan mulai menunjukkan respons terhadap kejutan; yang dapat terlihat dari ketukan pada dinding akuarium, namun respons yang diberikan masih rendah. Berbeda dengan ikan uji pada perlakuan

B (100 ppm), C (125 ppm), D (150 ppm), E (175 ppm) dan F (200 ppm); hanya pada hari ke-1 sampai hari ke-3 tidak ada respons terhadap kejutan. Pada perlakuan B (100 ppm), E (175 ppm), dan F (200 ppm) pada hari ke-4 hingga ke-6 respons kejutan masih rendah, sedangkan dari hari ke-7 hingga akhir masa pemeliharaan ikan mengalami peningkatan dalam merespons kejutan yang diberikan. Pada perlakuan C (125 ppm) dan D (150 ppm), respons terhadap kejutan yang rendah terjadi pada hari ke-4 dan ke-5 dan mengalami peningkatan tinggi pada hari ke-6 hingga akhir pemeliharaan, terlihat dari hasil pergerakan yang lincah (Tabel 5).

Tabel 5. Respons ikan lele sangkuriang terhadap kejutan

Pengamatan hari ke-	Konsentrasi ekstrak daun kelor (ppm)																	
	A (0)			B (100)			C (125)			D (150)			E (175)			F (200)		
	Ulangan ke-																	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
5	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	-	-	-	+	+	+	+	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	++
7	+	-	+	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
8	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
9	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
10	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
11	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
12	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
13	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
14	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++

Keterangan :

- (-) Respons terhadap kejutan tidak ada
 (+) Respons terhadap kejutan rendah
 (++) Respons terhadap kejutan tinggi (gerakan lincah)

Sintasan ikan lele sangkuriang

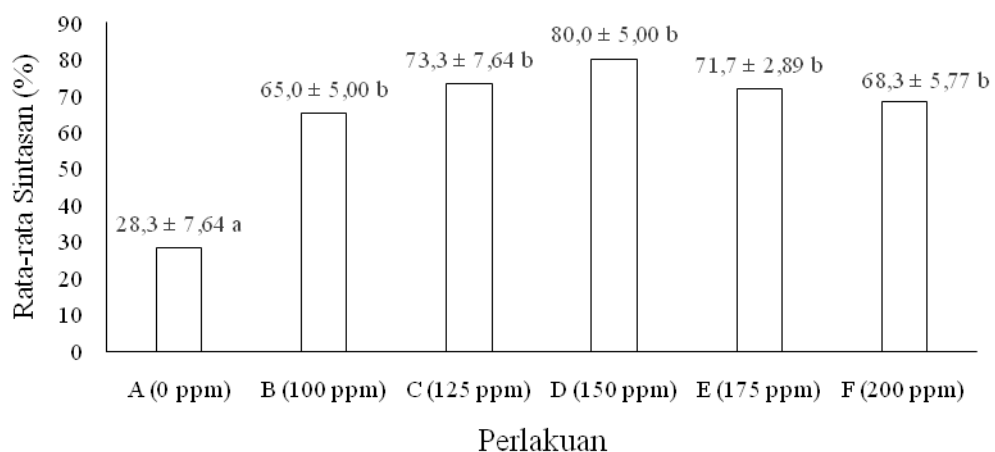
Pengamatan sintasan lele sangkuriang dilakukan setelah penginfeksi dengan bakteri *A. hydrophila* selama 14 hari pemeliharaan. Hasil pengamatan menunjukkan tingkat sintasan yang bervariasi pada setiap perlakuan (Gambar 2).

Pada Gambar 2 perlakuan A (0 ppm) menghasilkan sintasan yang paling rendah dibandingkan dengan perlakuan B (100 ppm), C (125 ppm), D (150 ppm), E (175 ppm) dan F (200 ppm). Semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun kelor yang diberikan, sintasan lele semakin meningkat, namun peningkatan terjadi sampai pada konsentrasi 150 ppm. Di atas konsentrasi 150 ppm, sintasan mengalami sedikit penurunan, yaitu pada konsentrasi 175 ppm dan 200 ppm. Maka tingkat sintasan tertinggi terdapat pada perlakuan D (150 ppm). Hasil uji Duncan memperlihatkan perlakuan A (0 ppm) berbeda nyata dengan perlakuan B (100 ppm), C (125 ppm), D (150 ppm), E (175 ppm) dan F (200 ppm); sedangkan perlakuan B (100 ppm), C

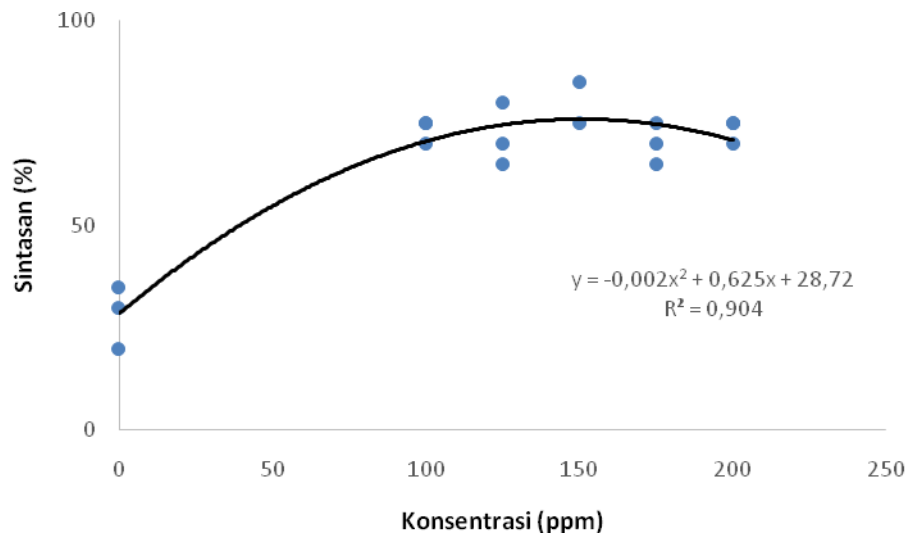
(125 ppm), D (150 ppm), E (175 ppm) dan F (200 ppm) tidak memberikan perbedaan yang nyata.

Ikan uji pada perlakuan E (175 ppm) dan F (200 ppm), walaupun konsentrasinya lebih tinggi, namun cenderung memiliki sintasan yang lebih rendah dibandingkan perlakuan C (125 ppm) dan D (200 ppm).

Berdasarkan hasil analisis regresi, hubungan antara konsentrasi daun kelor dan sintasan ikan lele sangkuriang yang terinfeksi *A. hydrophila* menunjukkan hubungan kuadratik dengan persamaan $Y = -0,002x^2 + 0,6258x + 28,72$ dengan hubungan determinasi (R^2) = 0,904 (Gambar 3) sehingga hubungan korelasi (R) = 0,9508, artinya penggunaan ekstrak daun kelor memberikan pengaruh sebesar 95,08% terhadap sintasan ikan lele sangkuriang. Hasil nilai optimum konsentrasi pemberian ekstrak daun kelor pada pakan untuk meningkatkan tingkat sintasan ikan lele sangkuriang yang terinfeksi *A. hydrophila* didapatkan sebesar 153,95 ppm.



Gambar 2. Rata-rata sintasan ikan lele sangkuriang setelah diuji tantang dengan bakteri *A. hydrophila*. Keterangan: Nilai yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata



Gambar 3. Grafik hubungan konsentrasi ekstrak daun kelor terhadap tingkat sintasan ikan lele sangkuriang setelah ujiantang

Pembahasan

Jumlah sel darah putih

Jumlah sel darah putih ikan lele sangkuriang setelah diberi perlakuan dengan ekstrak daun kelor selama 21 hari yang ditambahkan ke dalam pakan mengalami peningkatan, namun jumlah tersebut masih ada dalam kisaran normal (77.400 – 91.467 sel mm^{-3}). Sebagaimana pendapat Lagler *et al.* (1977) bahwa jumlah sel darah putih pada ikan berkisar antara 20.000-150.000 sel mm^{-3} . Peningkatan sel darah putih merupakan respons untuk mengatasi maupun menghancurkan benda asing yang masuk ke dalam tubuh yang akan mengganggu atau merusak fungsi tubuh (Kataranovski *et al.* 2009).

Peningkatan jumlah sel darah putih pada perlakuan A (0 ppm) terjadi karena bertambahnya umur dan bobot ikan, ketika ikan dipelihara selama 21 hari. Sebagaimana pendapat Claver & Quaglia (2009) bahwa umur dan bobot ikan memengaruhi sistem darah ikan salah satunya dengan bertambahnya sel darah putih.

Ikan uji yang diberi ekstrak daun kelor (perlakuan B, C, D, E dan F) mengalami peningkatan jumlah sel darah putih lebih tinggi dibandingkan ikan uji yang tidak diberi daun kelor. Hal ini membuktikan bahwa ekstrak daun kelor mampu menginduksi peningkatan jumlah sel darah putih, dengan perkataan lain ekstrak daun kelor memiliki aktifitas imunomodulator yang berperan membuat sistem imun lebih aktif dalam menjalankan fungsinya, menguatkan sistem imun tubuh. Sebagaimana hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Rhamadhan *et al.* (2015) nila (*Oreochromis niloticus* L.) sultana setelah diberi tanaman obat daun kecubung (*Datura metel* L.) yang ditambahkan ke dalam pakan mengalami peningkatan jumlah sel darah putih dari kisaran 23.533 – 24.200 sel mm^{-3} meningkat menjadi 67.600-78-334 sel mm^{-3} .

Senyawa aktif ekstrak daun kelor yang berperan sebagai imunostimulan yang dapat memicu ketahanan tubuh adalah flavonoid, saponin, vitamin A, B, C, E dan alkaloid. Menurut

Kasolo (2010) kandungan kimia pada daun kelor adalah vitamin (A, C, E, K, B1, B2, B3, B6), senyawa flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, dan terpenoid. Menurut Mastan (2015) pada tumbuhan herbal senyawa yang berfungsi sebagai imunostimulan adalah vitamin C dan E. Menurut Hai (2015), flavonoid dan vitamin E dapat memicu imunostimulan. Menurut Shahbazi & Bolhassani (2016), salah satu kemampuan imunostimulan adalah dapat meningkatkan ketahanan tubuh ikan non spesifik yaitu dengan meningkatkan sel-sel fagosit. Sel-sel ini berperan melakukan proses fagositosis yaitu melakukan penghancuran terhadap benda-benda asing yang berasal dari luar tubuh ikan.

Saponin dalam jumlah normal berperan sebagai imunostimulan, yang akan bereaksi jika antigen masuk kedalam tubuh ikan (Hashemi & Davoodi 2012). Menurut Hai (2015), senyawa polisakarida, terpenoid, alkaloid, dan polifenol berperan sebagai agen imunostimulan untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh ikan. Sebagaimana hasil penelitian Kurnianingtyas *et al.* (2013) pemberian daun *Polycias obtusa* yang mengandung senyawa saponin, flavonoid, tanin dan alkaloid dapat meningkatkan sel darah putih dalam proses fagositosis pada ayam.

Mekanisme kerja imunostimulan pada ikan teleostei adalah terjadinya respons imunitas yang dibentuk oleh jaringan *limfoid* yang menyatu dengan *mieloid* atau disebut juga *limfomielioid*. Jaringan *limfomielioid* menghasilkan sel-sel darah dan respons imunitas baik seluler maupun humoral. Pada ikan teleostei jaringan limfomielioidnya adalah limfa, timus, dan ginjal depan. Pada ikan terdapat populasi sel B dan sel T, yang berperan dalam respons imunitas baik seluler maupun humoral (Levraud & Boudinot 2009). Sel T akan memproduksi *interferon* yang

mampu membangkitkan kembali sel makrofag, sehingga memfagosit bakteri, virus, dan partikel asing lainnya yang masuk ke dalam tubuh (Takahashi & Urbinati 2014).

Jumlah sel darah putih ikan uji pada perlakuan E (175 ppm) dan F (200 ppm) terjadi sedikit penurunan dibandingkan dengan perlakuan D (150 ppm), mungkin karena adanya saponin yang berlebihan pada konsentrasi tersebut. Sebagaimana menurut Hashemi & Davoodi (2012), saponin dalam jumlah yang melebihi batas normal akan berperan sebagai imunosupresor, yaitu zat yang dapat menurunkan sistem imun.

Setelah diuji tantang dengan bakteri *A. hydrophila*, ikan uji perlakuan A mengalami peningkatan jumlah sel darah putih yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa ikan uji masih dalam kondisi sakit akibat serangan bakteri *A. hydrophila*, yang terlihat dari gejala klinis yang lebih parah dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 3). Sebagaimana pendapat Dwinanti *et al.* (2014), meningkatnya jumlah sel darah putih menunjukkan ikan dalam kondisi terinfeksi dan tubuh ikan mengantisipasi kondisi tersebut dengan memproduksi sel darah putih lebih banyak sebagai respons imunitas. Ikan uji pada perlakuan B (100 ppm), C (125 ppm), D (150 ppm), E (175 ppm) dan F (200 ppm) tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap peningkatan jumlah leukosit setelah diuji tantang dengan bakteri *A. hydrophila*. Hal ini memperlihatkan bahwa bahan aktif imunostimulan yang terkandung dalam ekstrak daun kelor memberikan efek yang hampir sama terhadap jumlah sel darah putih. Namun demikian, jumlah sel darah putih pada perlakuan D (150 ppm) menghasilkan nilai terendah, yaitu 4,51%, yang menunjukkan bahwa bahan aktif yang terkan-

dung dalam konsentrasi 150 ppm bekerja lebih baik sebagai imunostimulan untuk melawan serangan bakteri *A. hydrophila*.

Sel darah putih bekerja melawan serangan patogen melalui proses fagositosis. Fagositosis merupakan suatu proses atau cara memakan bakteri atau benda asing (Owen *et al.* 2013). Setelah bakteri melekat pada permukaan makrofag maka makrofag membentuk sitoplasma kemudian bakteri terperangkap di dalam sitoplasma, yaitu pada vakuola fagositik intra sel. Dalam vakuola terdapat lisozim yang berperan untuk mencerna bakteri.

Gejala klinis

Kerusakan tubuh

Ikan uji pada semua perlakuan pada hari ke-1 setelah penginfeksi belum menunjukkan adanya kerusakan tubuh atau gejala klinis lainnya. Hal ini disebabkan bakteri pada tahap penempelan, belum masuk ke dalam peredaran darah. Pada hari ke-2 terjadinya bercak merah pada ikan uji perlakuan A, memperlihatkan bakteri sudah mulai masuk ke dalam peredaran darah dan pertahanan tubuh alamiahnya, yaitu sel darah putih tidak mampu untuk mempertahankan serangan bakteri tersebut, diperlihatkan adanya bercak merah di permukaan kulit. Sebagaimana menurut Pratama *et al.* (2017) timbulnya warna kemerahan pada permukaan tubuh ikan diakibatkan oleh aktivitas enzim hemolisin yang dihasilkan bakteri *Aeromonas hydrophila* dengan target memecah sel-sel darah merah, sehingga sel keluar dari pembuluh darah dan menimbulkan warna kemerahan pada permukaan kulit. Ikan uji perlakuan B (100 ppm), C (125 ppm), dan D (150 ppm) tidak memperlihatkan timbulnya gejala klinis. Hal ini membuktikan bahwa ekstrak daun kelor pada konsentrasi ter-

sebut dapat meningkatkan ketahanan tubuh ikan, yang tampak dari jumlah leukosit yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan A (0 ppm) (Tabel 3). Peningkatan kadar leukosit sebagai indikator peningkatan ketahanan tubuh untuk melawan serangan bakteri patogen. Kandungan flavonoid pada daun kelor berfungsi sebagai imunostimulan, mampu meningkatkan produksi Interleukin 2 yang terlibat dalam aktivasi dan proliferasi sel limfosit atau sel T (Dewi *et al.* 2013).

Perlakuan E (175 ppm) dan F (200 ppm) menunjukkan gejala klinis ringan berupa bercak merah dan perut membuncit. Gejala ini muncul karena pada konsentrasi tersebut kadar saponin lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Kondisi ini akan memengaruhi daya tahan tubuh ikan. Saponin dalam jumlah yang melebihi batas normal akan berperan sebagai immunosupresor, yaitu zat yang dapat menurunkan sistem imun (Francis *et al.* 2002).

Respons terhadap pakan

Ikan lele sangkuriang pada perlakuan A (0 ppm) tidak menunjukkan adanya respons terhadap pakan yang diberikan. Hal ini menunjukkan ikan dalam kondisi sakit akibat pertahanan alami tubuh tidak mampu melawan serangan *A. hydrophila*. Ikan yang terinfeksi bakteri *A. hydrophila* akan menurun nafsu makannya (Kabata 1985).

Pada perlakuan B (100 ppm), C (125 ppm), D (150 ppm), E (175 ppm), dan F (200 ppm) ikan memiliki respons terhadap pakan yang lebih baik, yang berarti ikan dalam kondisi

sehat tidak terserang oleh bakteri *A. hydrophila*. Pertahanan alamiah tubuh ikan meningkat dengan pemberian ekstrak daun kelor, sehingga mampu melawan serangan bakteri tersebut.

Respon terhadap kejutan

Respons ikan uji pada perlakuan A (0 ppm) terhadap kejutan rendah. Sebagaimana halnya ikan yang tidak merespons pakan yang diberikan, bahwa ikan dalam kondisi sakit akibat serangan bakteri *Aeromonas hydrophila*. Sistem kekebalan tubuh alamiah ikan tidak mampu melawan serangan bakteri tersebut. Ikan uji yang sistem kekebalan alamiah mengalami peningkatan dengan pemberian ekstrak daun kelor respon terhadap kejutan normal, bergerak lincah, terlihat jelas pada ikan uji perlakuan C (125 ppm) dan D (150 ppm).

Sintasan

Ikan uji perlakuan A (0 ppm) menunjukkan tingkat sintasan yang rendah dibandingkan dengan perlakuan B (100 ppm), C (125 ppm), D (150 ppm), E (175 ppm), dan F (200 ppm). Hal ini disebabkan oleh rata-rata jumlah sel darah putih pada perlakuan yang diberi ekstrak daun kelor lebih tinggi, sehingga pada saat diinfeksi dengan bakteri *A. hydrophila* daya tahan tubuhnya lebih tinggi, terlihat dari gejala klinisnya yang lebih ringan (Tabel 3). Menurut Abbas *et al.* (2010) peningkatan jumlah sel darah putih atau leukosit merupakan indikator aktivitas sistem imun. Bahan aktif yang terkandung dalam ekstrak daun kelor memiliki senyawa yang dapat menginduksi sistem imun. Senyawa tersebut antara lain flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, dan terpenoid (Kasolo *et al.* 2010). Harikrishnan (2011) menyatakan bahwa senyawa yang dihasilkan oleh tanaman memberi pengaruh terhadap respons imun bawaan maupun adaptif untuk

mencegah dan mengendalikan penyakit ikan maupun kerang.

Semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun kelor yang diberikan, maka tingkat sintasan semakin meningkat; karena bahan aktif yang berfungsi sebagai immunostimulanpun semakin tinggi, yang terlihat dari peningkatan jumlah sel darah putih yang semakin tinggi. Peningkatan sel darah putih adalah indikator peningkatan ketahanan tubuh ikan terhadap serangan bakteri patogen. Di atas konsentrasi 150 ppm mengalami sedikit penurunan sintasan, sehingga sintasan tertinggi yaitu pada perlakuan D (150 ppm) sebesar 80,0%. Pada perlakuan E (175 ppm) dan F (200 ppm) walaupun konsentrasinya lebih tinggi namun menghasilkan sintasan ikan yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan C (125 ppm) dan D (150 ppm). Jumlah sel darah putih pada perlakuan E (175 ppm) dan F (200 ppm) sedikit lebih rendah yang mengakibatkan penurunan daya tahan tubuh dan sintasan ikan uji.

Simpulan

Ekstrak daun kelor yang dicampurkan ke dalam pakan efektif untuk menginduksi ketahanan tubuh lele sangkuriang terhadap bakteri *Aeromonas hydrophila*. Konsentrasi 153,95 ppm merupakan konsentrasi optimum untuk meningkatkan ketahanan tubuh lele sangkuriang terhadap serangan bakteri *Aeromonas hydrophila*.

Daftar pustaka

- Abbas AK, Lichtman AH, Pillai S. 2014. *Cellular and molecular immunology*. 8th Ed. Saunders Elsevier Philadelphia. 544 p.
- Anyanwu MU, Chah KF, Shoyinka VS. 2015. Evaluation of pathogenicity of motile *Aeromonas* species in African catfish. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2(3): 93-98.

- Bairwa MK, Jakhar JK, Satyanarayana Y, Reddy AD. 2012. Animal and plant originated immunostimulants used in aquaculture. *Journal of Natural Product and Plant Resources*, 2 (3): 397-400.
- Buchmann K. 2014. Evolution of innate immunity: clues from invertebrates via fish to mammals. *Frontiers in Immunology*, 23(5): 459.
- Claver JA, Quaglia AI. 2009. Comparative morphology, development, and function of blood cells in nonmammalian vertebrates. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 18(2): 87-97.
- Dalmo RA, Bogwald J. 2008. IB-glucans as conductors of immune symphonies. *Fish and Shellfish Immunology*, 25 (4): 384-396.
- Dewi LK, Sri W, Rifai M. 2013. Pemberian ekstrak etanol daun sirsak (*Annona muricata* Linn) terhadap peningkatan Jumlah sel T CD⁴ dan CD⁸ pada timus mencit (*Mus musculus*). *Jurnal Biotropika*, 1(1) : 24-26
- Dhama K, Saminathan M, Jacob SS, Singh M, Karthik K, Amarpal, Tiwari R, Sunkara LT, Malik YS, Singh RK. 2015. Effect of immunomodulation and immunomodulatory agents on health with some bioactive principles, modes of action and potent biomedical applications. *International Journal of Pharmacology*, 11(4): 253-90.
- Dwinanti SH, Sukenda Yuhana M, Lusiastuti AM. 2014. Toksisitas dan imunogenitas produk ekstraseluler *Streptococcus agalactiae* tipe non non hemolitik pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 2(1): 105-116.
- Effendie, M. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta .163 hlm.
- Francis G, Zohar K, Harinder PSN, Klaus B. 2002. The Biological action the saponins in animal system. *British Journal of nutrition*, 88(6): 587 – 605.
- Gaspersz V. 1995. *Metode Perancangan Percobaan untuk Ilmu-ilmu Pertanian dan Ilmu-ilmu Teknik biologi*. Penerbit CV. Armico Bandung. 472 hlm.
- Gopalakrishnan L, Doriya K, Kumar DS. 2016. *Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness*, 3(2): 49-56.
- Hai NV. 2015. The use of medicinal plants as immunostimulants in aquaculture: A review. *Aquaculture*, 446: 88-96.
- Harikrishnan R, Balasundaram C, Heo MS. 2011. Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. *Aquaculture*, 317: 1-15.
- Hashemi SR, Davoodi H, 2012. Herbal plants as new immuno-stimulator in poultry industry: A review.. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7(2): 105-116.
- Hastuti S, Subandiyono. 2014. Performa produksi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, burch) yang dipelihara dengan teknologi biofloc. *Jurnal Saintek Perikanan*, 10(1): 37-42.
- Ikeogu FC, Nsofor CI, Ikpeze OO. 2010. A review of risk factors for fish diseases in aquatic environments. *Proceedings of the 6th National Conference of the Society for Occupational Safety and Environmental Health (SOSEH)*. Princess Alexandra Auditorium, University of Nigeria, Nsukka, Enugu State, Nigeria. 199-204.
- Jayaraman S, Manoharan MS, Illanchezian S. 2008. *In-vitro* antimicrobial and antitumor activities of *Stevia rebaudiana* (Asteraceae) Leaf Extracts. *Tropical Journal of pharmaceutical Research*, 7(4): 1143-1149
- Kabata Z.1985. *Parasites and Diseases of Fish Cultured in the Tropics*. Taylor and Francis London Philadelphia. 318 p
- Kataranovski MV, Radovic DL, Zolotarevski LD, Popov AD, Kataranovski DS. 2009. Immune-related health-relevant changes in natural populations of Norway rat (*Rattus Norvegicus* Berkenhout, 1769): White Blood Cell Counts, Leukocyte Activity, and Peripheral Organ Infiltration. *Archives of Biological Science*, 61(2): 213-223.
- Kasolo JN, Bimenya GS, Ojok L, Ochieng J, Ogwal-Okeng JW. 2010. Phytochemicals and uses of *Moringa oleifera* leaves Ugandan rural communities. *Journal of*

- Medicinal Plants Research*, 4(9): 753-757.
- Kurnianingtyas E, Djati S, Rifa'i M. 2013. Aktivitas imunomodulator *Polyscias obtusa* terhadap sistem imunitas pada bone marrow broiler setelah pemberian *Salmonella typhimurium*. *The Journal of Experimental Life Science*, 3(1) : 24-30.
- Labh SN, Shakya SR. 2014. Application of immunostimulants as an alternative to vaccines for health management in aquaculture. *International Journal of Fisheries in Aquatic Study*, 2(1): 153-6.
- Lagler KF, Bardach JE, Miller RR, Pasino DRM. 1977. *Ichthyology*. John Willey and Sons Inc. New York. 506 p.
- Levraud JP, Boudinot P. 2009. The immune system of teleost fish. *International Journal of Medical Sciences*, 25(4): 405-411.
- Maqsood S, Singh P, Samoon M.H. Munir K. 2011. Emerging role of immunostimulants in combating the disease outbreak in aquaculture. *International Aquatic Research*, 3(3): 147-163.
- Mastan SA. 2015. Use of immunostimulants in aquaculture disease management. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2(4): 277-280
- Mohapatra S, Chakraborty T, Kumar V, Deboeck G, Mohanta KN. 2012 Review Article Aquaculture and stress management: A review of probiotic intervention. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97(3): 405-430
- Nabib R, Pasaribu FH. 1989. *Patologi dan Penyakit Ikan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 158 hlm.
- Novriadi R, Agustatik S, Hendrianto R, Pramanggih A, Wibowo H. 2014. *Penyakit infeksi pada budidaya ikan laut di Indonesia*. Balai Perikanan Budidaya Laut Batam. Batam. 38 hlm
- Owen JA, Punt J, Stranford S A. 2013. *Kuby Immunology*. International Edition. W. H. Freeman and Company. New York. 692 p
- Pratama RC, Rosidah, Sriati, Rustikawati I. 2017. Efektivitas ekstrak biji rambutan dalam mengobati benih ikan mas yang terinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8(1): 130-138.
- Rhamadhan I, Rosidah, Andriani Y. 2015. Efektivitas penambahan ekstrak daun kecubung (*Datura metel* L) pada pakan untuk pencegahan Streptococcus pada benih ikan nila sultana, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 15(3): 245 -255.
- Sajid M, Prabjeet S, Munir HS, Khusheeba M. 2011. Emerging role of immunostimulants in combating the disease outbreak in aquaculture. *International Aquatic Research*, 22(3): 147-163
- Shahbazi S, Bolhassani A. 2016. Mini review immunostimulants: Types and functions. *Journal Medical Microbiology and Infection Diseases*, 4(3-4): 45-51.
- Takahashi JDB, Urbinati EC. 2014. Fish immunology. The modification and manipulation of the innate immune system: Brazilian Studies. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 86(3): 1483-1495.

Beberapa aspek biologi ikan lencam, *Lethrinus lentjan* (Lacepede, 1802) di perairan Bangka dan sekitarnya

[Biological aspects of pink ear emperor, *Lethrinus lentjan* (Lacepede, 1802) in Bangka and adjacent waters]

Yoke Hany Restiangsih✉ dan Nur'ainun Muchlis

Balai Riset Perikanan Laut,
Komplek Raiser Jalan Raya Bogor KM. 47 Nanggewer Mekar Cibinong Bogor, Jawa Barat 16912

Diterima: 17 Mei 2018; Disetujui: 15 Januari 2019

Abstrak

Ikan karang merupakan salah satu sumber daya yang penting di perairan Indonesia, namun tingkat potensi dan tingkat pemanfaatannya masih perlu untuk dikaji. Ikan lencam merupakan salah satu ikan karang yang banyak tertangkap di perairan Bangka. Tujuan penelitian ini mengkaji beberapa aspek biologi ikan lencam hasil tangkapan bubu, meliputi sebaran ukuran panjang, pola pertumbuhan, nisbah kelamin, dan ukuran rata-rata pertama kali matang gonad dan makanan. Penelitian ini dilaksanakan di PPN Sungailiat pada bulan Februari 2014 – November 2015. Aspek yang diamati meliputi panjang cagak, bobot tubuh ikan, jenis kelamin, kematangan gonad, dan isi lambung ikan. Hasil penelitian menunjukkan pola pertumbuhan ikan lencam bersifat allometrik negatif. Sebaran ukuran panjang berkisar antara 12 – 58 cm. Nisbah kelamin jantan terhadap betina sebagai 1 : 2,06. Pada setiap bulan pengamatan tingkat kematangan gonad jantan dan betina berada pada stadia I, II, III, dan IV. Isi lambung ikan lencam selama pengamatan terdiri atas kerang-kerangan, kepiting, udang, dan hancuran ikan. Panjang pertama kali ikan tertangkap (Lc) sebesar 28 cm dan pertama kali matang gonad (Lm) sebesar 26 cm. Rata-rata ukuran pertama kali tertangkap lebih besar dibandingkan dengan ukuran pertama kali matang gonad sehingga ikan lencam di Perairan Bangka masih dapat mempertahankan keseimbangan stok dalam suatu populasi.

Kata penting : Hubungan panjang bobot, tingkat kematangan gonad, makanan, *Lethrinus lentjan*

Abstract

Reef fish is the one of the important fish resources in Indonesian waters, but the potential and the exploitation rate needs to be estimated. Pink ear emperor (*Lethrinus lentjan*) is one of coral fish that many caught in Bangka. Research was conducted to determine biological aspects of pink ear emperor caught by fish traps, that includes length distribution, length-weight relationship, sex ratio, maturity stage, food habits, and length at first mature. This research was conducted from February 2014 to November 2015 with sampling location in Sungailiat fishing port. The observed aspects including fork length, weight, sex, gonad maturity and fish stomach contents was done monthly. The results showed that the growth pattern was allometric negative with the fork length ranged from 12 to 58 cm. Sex ratio of males to females was 1:2,06. The gonad maturity stage of males and females were on stage I, II, III, and IV for all months of observation. Fish diet consists of shellfish, crab, shrimp and fish. Length at first capture (Lc) and length at first maturity (Lm) were 28 cm 26 cm, respectively. Size length at first capture was bigger than the size length at first maturity, therefore the pink ear emperor can still maintain stock balance in Bangka waters.

Keywords : Length weight relationship, maturity stage, food habits, *Lethrinus lentjan*

Pendahuluan

Penelitian aspek biologi suatu spesies ikan penting dilakukan sebagai pengetahuan dasar yang dibutuhkan dalam pengelolaan sumber daya. Salah satu sumber daya potensial yang pengamatan aspek biologinya masih sangat diperlukan untuk terus diperbarui, khususnya jenis

ikan demersal yang punya umur panjang, adalah ikan lencam (*Lethrinus lentjan*) yang memiliki umur hingga 19 tahun (Grandcourt 2002, Currey *et al.* 2013).

Ikan lencam (Gambar 1) adalah salah satu ikan karang konsumsi yang termasuk dalam famili Lethrinidae. Ikan ini melimpah di sebagian pesisir tropis dan subtropis, dengan habitat umumnya di daerah terumbu karang, padang la-

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: yoke.hany@gmail.com



Gambar 1. Ikan lencam, *Lethrinus lentjan*

mun, dan mangrove (Ezzat *et al.* 1996, Kulmiye *et al.* 2002). Daerah sebaran ikan lencam adalah perairan pantai seluruh Indonesia, meluas sampai ke Teluk Benggala, Teluk Siam, sepanjang pantai Laut Cina Selatan, perairan tropis Australia, sampai ke Afrika Selatan bahkan di perairan tropis Atlantik Amerika (Carpenter & Allen 1989). Salah satu daerah sebaran populasi ikan lencam di Indonesia adalah perairan Bangka.

Pemanfaatan ikan lencam di wilayah perairan Bangka sudah berlangsung cukup lama. Pelabuhan Perikanan Nusantara Sungailiat merupakan salah satu pusat pendaratan ikan di Kepulauan Bangka. Produksi perikanan lencam pada tahun 2013 mencapai 24.237 Kg, pada tahun 2014 produksi ikan lencam menurun menjadi 21.103 Kg, dan pada tahun 2015 produksi ikan lencam kembali menurun menjadi 10.613 Kg (Anonimus 2016). Penurunan biomassa sumber daya ikan lencam yang ditunjukkan oleh penurunan hasil tangkapan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya tekanan penangkapan, aktivitas pencemaran, banyaknya jumlah alat tangkap dan armada yang beroperasi (Prihatiningsih 2015).

Peningkatan tekanan eksploitasi yang didorong oleh pertumbuhan populasi manusia dan meningkatnya permintaan pasar berpengaruh pada keberlangsungan populasi sumber daya

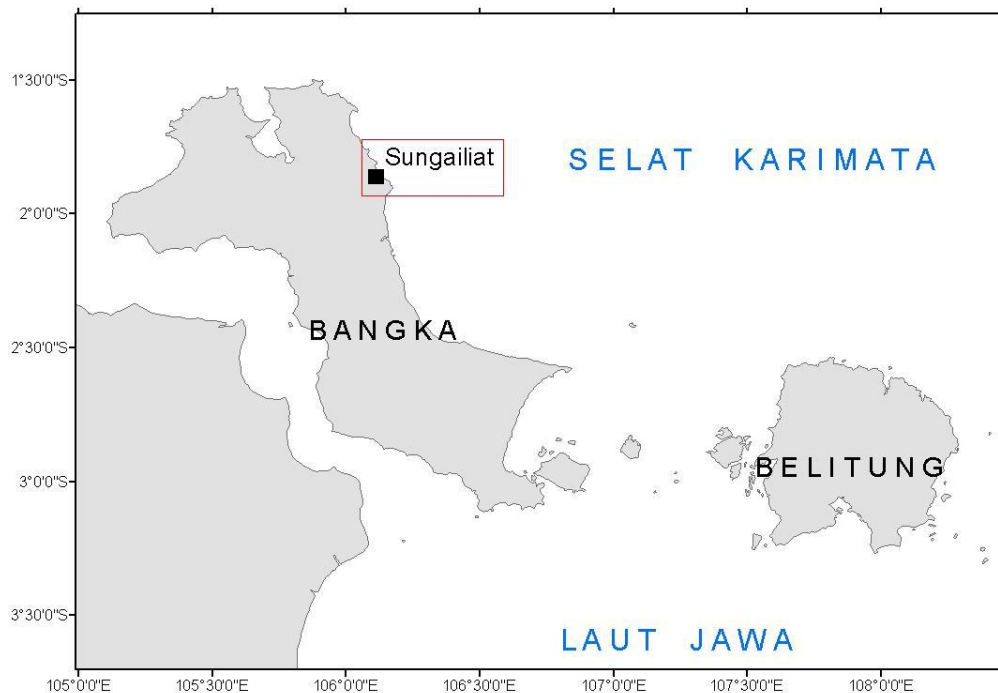
ikan lencam. Untuk itu diperlukan adanya penelitian terkait aspek biologi ikan lencam, mengingat sampai saat ini belum ada penelitian tentang ikan lencam di perairan Bangka.

Penelitian ini mengkaji aspek biologis ikan lencam hasil tangkapan bubu di perairan Bangka dan sekitarnya yang meliputi: distribusi ukuran, pola pertumbuhan, nisbah kelamin, tingkat kematangan gonad, dan makanan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai dasar pertimbangan dalam pengelolaan sumber daya ikan lencam secara berkelanjutan.

Bahan dan metode

Waktu dan lokasi

Pengumpulan contoh ikan lencam dilakukan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Sungailiat (Gambar 2) pada bulan Februari 2014 sampai dengan November 2015. Data diperoleh dari hasil pengukuran yang dilakukan peneliti dan enumerator di lapangan. Contoh ikan yang berasal dari hasil tangkapan bubu dengan ukuran 120 cm x 105 cm x 40 cm dengan diameter lubang ikan 30 cm. Pengamatan jenis kelamin dan tingkat kematangan gonad dilakukan pada bulan Februari, April, Mei, Agustus 2014, dan Mei, September, Oktober, dan November 2015 untuk mewakili beberapa musim.



Gambar 2. Lokasi penelitian di Pelabuhan Perikanan Nusantara Sangailiat (Kotak Merah)

Pengukuran panjang cagak menggunakan papan ukur berketelitian 1 mm dan bobot individu ditimbang dengan menggunakan timbangan digital berketelitian 0,1 g. Pengamatan tingkat kematangan gonad dan isi lambung diidentifikasi di lapangan.

Analisis hubungan panjang-bobot ikan bertujuan untuk menentukan pola pertumbuhan ikan di alam dan dihitung dengan persamaan Bal & Rao (1984).

$$W = aL^b$$

Keterangan: W= bobot ikan (g), L= panjang cagak ikan (cm), a dan b adalah konstanta regresi.

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

Penentuan nisbah kelamin dilakukan dengan menghitung jumlah ikan jantan dan ikan betina yang tertangkap dengan menggunakan rumus berikut:

$$X = \frac{M}{F}$$

Keterangan: X= nisbah kelamin, M= jumlah ikan jantan (ekor), F= jumlah ikan betina (ekor).

Selanjutnya untuk menguji keseimbangan nisbah kelamin digunakan rumus Chi-square (Steel & Torrie 1981).

Pemeriksaan tingkat kematangan gonad (TKG) diamati secara visual dengan cara melihat perubahan morfologi gonad. Perkembangan gonad dibagi menjadi lima stadium berdasarkan Holden & Raitt (1974) seperti yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi tingkat kematangan gonad (TKG)

TKG	Kategori	Keterangan
I	Belum matang	Ovarium dan testis sekitar 1/3 panjang rongga perut. Ovarium berwarna merah jambu, transparan, sedangkan testis keputih-putihan dan telur tidak dapat dilihat dengan mata telanjang.
II	Perkembangan	Ovarium dan testis sekitar 2/3 panjang rongga perut. Ovarium berwarna merah jambu, jernih dan transparan, sedangkan testis berwarna keputihan, bentuknya tidak simetris dan telur tidak dapat dilihat dengan mata telanjang.
III	Pematangan	Ovarium berwarna merah jambu, kekuningan dan terlihat butiran kecil, sedangkan testis berwarna putih krem dengan telur transparan dan dapat diamati dengan mata telanjang.
IV	Bunting/matang	Ovarium dan testis sekitar 2/3 sampai memenuhi rongga perut. Ovarium berwarna coklat kemerahan, banyak diliputi pembuluh darah dan telur dapat diamati dengan mata telanjang, sedangkan testis halus dan berwarna putih agak krem.
V	Memijah	Ovarium dan testis berkurang sampai ½ panjang rongga perut. Pada lapisan dinding masih tersisa telur matang, sedangkan testis bertekstur lembek dan pendek.

Sumber: Holden & Raitt (1974).

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

Ukuran ikan kali pertama matang gonad ditentukan dengan memplotkan persentase ikan matang gonad dengan panjang totalnya. Panjang ikan minimum pada sekurang-kurangnya 50% dari ikan yang matang gonad (TKG IV dan V) dinyatakan sebagai ukuran ikan pertama kali matang gonad (Rao & Sharma 1984, Offem *et al.* 2008).

Jenis makanan diamati dan diidentifikasi menggunakan buku panduan *FAO Species Identification guide for fishery purposes*, 1974 dan selanjutnya dianalisis dengan menggunakan indeks bagian terbesar. Metode ini dikembangkan

oleh Natarajan & Jhingran (1961) dalam Effendie (1979) dengan rumus:

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

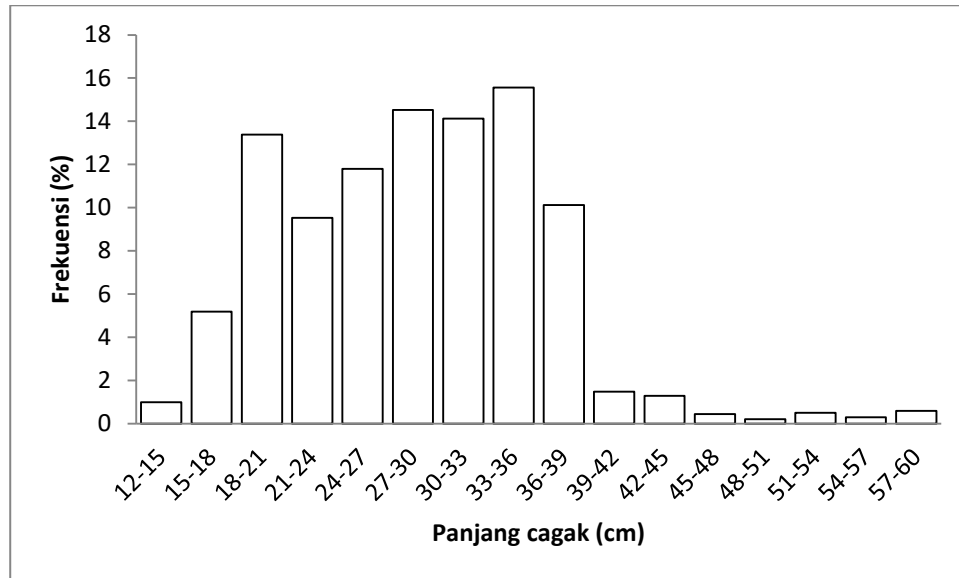
Keterangan: IBT_i = indeks bagian terbesar, V_i = persen-tase volume satu macam makanan, O_i = persentase frekuensi kejadian satu macam makanan, $V_i \times O_i$ = jumlah $V_i \times O_i$ dari semua macam makanan.

Hasil

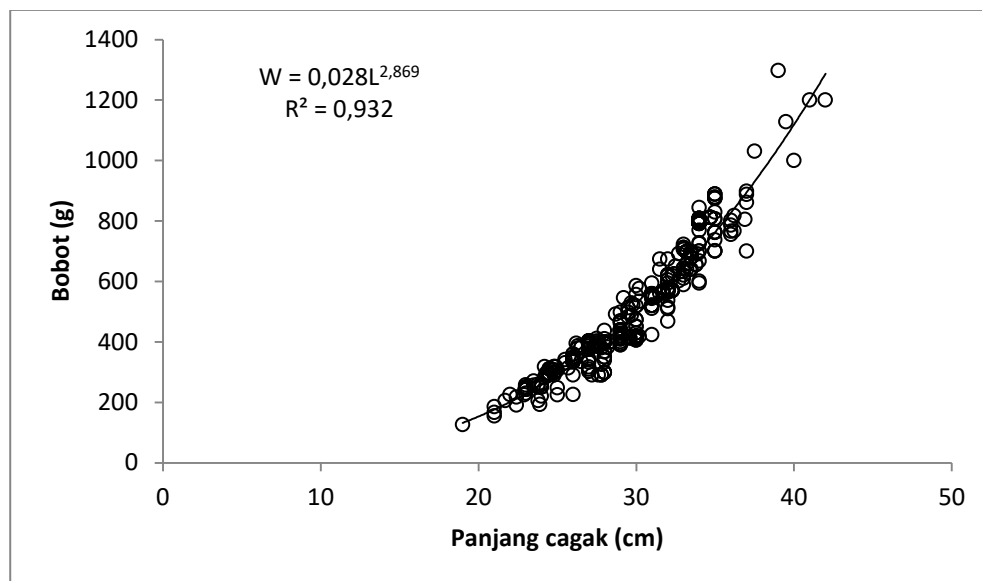
Hubungan panjang bobot

Sebaran panjang cagak ikan lencam yang didaratkan di PPN Sungailiat Bangka tahun 2014-2015 dari 2.025 ekor berkisar antara 12 – 58 cm dengan rata-rata 33 cm dengan modus pada ukuran panjang 33 - 36 cm (Gambar 3).

Hubungan panjang-bobot ikan lencam menunjukkan persamaan $W = 0,028L^{2,869}$ dengan nilai koreksi (r^2) sebesar 0,93% (Gambar 4). Setelah dilakukan uji-t dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) didapatkan pola pertumbuhan bersifat alometrik negatif, yang berarti pertambahan panjang lebih cepat daripada pertambahan bobotnya.



Gambar 3. Sebaran panjang cagak ikan lencam (*Lethrinus lentjan*) yang tertangkap bubu di PPN Sungailiat, Februari 2014 – November 2015



Gambar 4. Hubungan panjang - bobot ikan lencam (*Lethrinus lentjan*) di PPN Sungailiat, Februari 2014 – November 2015

Nisbah kelamin

Jumlah contoh ikan yang dikumpulkan setiap bulannya berkisar antara 10-45 ekor. Secara keseluruhan, total contoh ikan lencam adalah 205 ekor yang terdiri atas 67 ekor ikan jantan dan 138 ekor ikan betina. Secara umum, nisbah kelamin ikan lencam jantan dan betina adalah 1 : 2,06 atau 33% ikan jantan berbanding

67% ikan betina. Ikan betina lebih banyak tertangkap dibandingkan dengan ikan jantan, kecuali pada Agustus 2014 dan Mei 2015 (Tabel 2). Berdasarkan perhitungan, diperoleh nilai chi square sebesar 24,5 lebih besar daripada nilai tabel pada selang kepercayaan 95% (14,07). Nilai ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara jumlah ikan jantan dengan betina.

Tabel 2. Nisbah kelamin bulanan ikan lencam di Perairan Bangka pada tahun 2014-2015

Bulan	Jantan (ekor)	Betina (ekor)	Nisbah kelamin
Februari 2014	8	15	1:1,8
April 2014	11	34	1:3,1
Mei 2014	1	10	1:10
Agustus 2014	7	4	1:0,57
Mei 2015	8	6	1:0,75
September 2015	8	9	1: 1,12
Oktober 2015	12	30	1: 2,5
November 2015	12	30	1:2,5
Jumlah	67	138	1:2,06

Tabel 3. Persentase tingkat kematangan gonad ikan lencam, 2014-2015.

Bulan pengamatan	Tingkat kematangan gonad (%)									
	Jantan					Betina				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Februari 2014	50	12,50	37,50	-	-	13,33	13,33	66,67	6,67	-
April 2014	27,27	45,45	27,27	-	-	32,35	23,53	44,12	-	-
Mei 2014	100	-	-	-	-	20	30	50	-	-
Agustus 2014	100	-	-	-	-	25	25	50	-	-
Mei 2015	50	50	-	-	-	33,33	-	66,67	-	-
September 2015	25	62,50	-	12,50	-	-	-	33,33	66,67	-
Oktober 2015	100	-	-	-	-	20	50	20	10	-
November 2015	100	-	-	-	-	20	56,67	13,33	10	-

Tingkat kematangan gonad

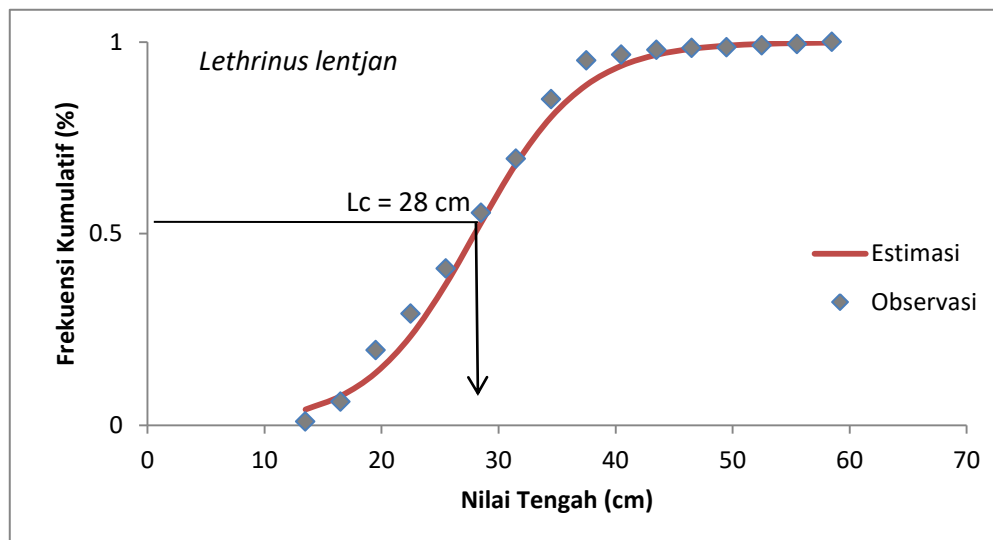
Tingkat kematangan gonad ikan betina dan jantan diamati berdasarkan perubahan morfologi ovarium dan testisnya. Tabel 3 menunjukkan perubahan TKG setiap bulan pengamatan.

Tabel tersebut menunjukkan bahwa TKG III pada individu betina mendominasi hampir pada setiap bulan pengamatan, kecuali pada September 2015 yang didominasi TKG IV dan Oktober – November 2015 didominasi oleh TKG II. Ikan betina dengan TKG IV hanya didapatkan pada Februari 2014, September – November 2015. TKG ikan jantan pada Februari, Mei, Agustus 2014, dan Mei, Oktober, November 2015 didominasi TKG I. Pada bulan April

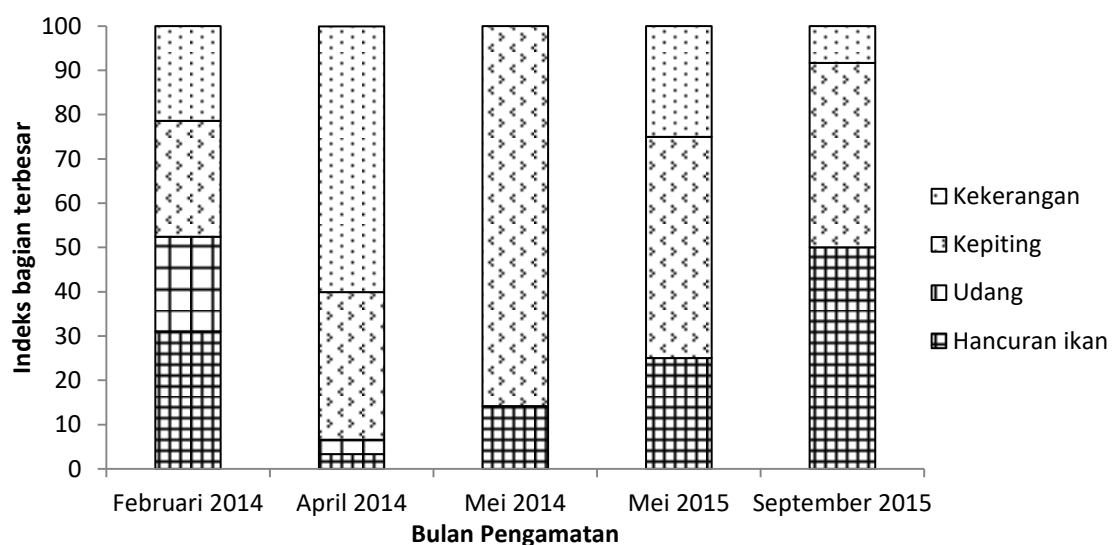
2014 dan September 2015 ikan jantan didominasi TKG II, sedangkan ikan jantan TKG III hanya terdapat pada Februari dan April 2014; dan TKG IV hanya ditemukan pada bulan September 2015.

Pendugaan ukuran kali pertama matang gonad (Lm)

Pada pengamatan terhadap pendugaan rata-rata ukuran panjang ikan kali pertama tertangkap (Lc) yang didaratkan di Sungailiat dari hasil tangkapan bubu diperoleh nilai Lc = 28 cm (Gambar 5) dan rata-rata ukuran panjang ikan kali pertama matang gonad (Lm) adalah 26 cm.



Gambar 5. Panjang rata-rata (50% kumulatif) ikan lele (*Lethrinus. lentjan*) di PPN Sungailiat, Februari 2014 – November 2015



Gambar 6. Isi lambung ikan lele (*Lethrinus lentjan*) pada Februari 2014 – November 2015

Makanan ikan

Hasil pengamatan makanan ikan diperlihatkan pada Gambar 6. Pengamatan Februari 2014, hancuran ikan mendominasi isi lambung dengan IBT mencapai 31, kepiting 26,2 sedangkan jenis udang dan kerang-kerangan dengan IBT masing-masing sebanyak 21,4. April 2014, jenis kerang-kerangan mendominasi isi lambung

dengan IBT mencapai 60, kepiting 33,3, udang dan hancuran ikan dengan IBT masing-masing dibawah 5. Mei 2014, kepiting mendominasi isi lambung dengan IBT 85,8, hancuran ikan 14,2. Agustus 2014, seluruh kondisi lambung sampel ikan kosong. Mei 2015, kepiting mendominasi isi lambung dengan IBT 50, kekerangan dan hancuran ikan masing-masing 25. September

2015, hancuran ikan mendominasi isi lambung yaitu dengan IBT 50, kepiting 42, dan keke-rangan 8. Oktober dan November 2015 seluruh kondisi lambung sampel ikan kosong.

Pembahasan

Kisaran panjang cagak ikan lencam di perairan Bangka dan sekitarnya yaitu 12- 58 cm dengan rata-rata 33 cm dengan modus pada ukuran panjang 3 -36 cm. Ukuran ikan lencam ini lebih panjang dibandingkan dengan hasil pe-nelitian Norau (2010) di kawasan terumbu ka-rang Kepulauan Gurraici, Kabupaten Halmahera Selatan pada kondisi terumbu karang yang ma-sih baik berkisar 10-41 cm, sedangkan pada kondisi karang yang rusak ukuran panjang ber-kisar 11-33 cm. Di laut Kenya kisaran panjang ikan lencam berkisar 7,5-42,5 cm (Mbaru *et al.* 2011). Di perairan Spermonde, Sulawesi Selatan ukuran panjang ikan lencam berkisar 8-37 cm (Budimawan *et al.* 2013). Di perairan Kotabaru Kalimantan Selatan ditemukan kisaran panjang ikan lencam berkisar antara 14,5-44,1 cm (Prihatiningsih 2015). Perbedaan nilai ukuran ini disebabkan oleh kondisi ekologis pada setiap perairan yang memengaruhi kondisi biologis ikan, kualitas perairan, sifat genetik, dan besar-nya tingkat penangkapan (Rahardjo & Siman-juntak 2007). Selain faktor tersebut perbedaan distribusi ikan contoh juga dapat disebabkan oleh selektivitas alat tangkap. Alat tangkap yang digunakan pada penelitian ini yaitu bubu beru-ukuran 120 cm x105 cm x40 cm, sehingga ikan berukuran besar dapat tertangkap.

Analisis hubungan panjang - bobot meru-pakan salah satu faktor yang perlu diketahui da-lam kaitan pengelolaan sumber daya perikanan. Menurut Blackweel *et al.* (2000) dan Richter (2007), pengukuran panjang- bobot ikan

bertujuan untuk mengetahui variasi bobot dan panjang ikan secara individual atau kelompok individu, sehingga dapat dijadikan petunjuk mmengenai tingkat kegemukan, kesehatan, produktifitas, kondisi fisiologis dan perkem-bangan gonad. Di perairan Bangka hasil uji -t terhadap parameter b pada selang kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$), diperoleh $t_{hitung} > t_{tabel}$, yang arti-nya $b \neq 3$. Dengan demikian maka hubungan panjang bobot memiliki pola pertumbuhan alo-metrik negatif dengan nilai $b = 2,869$, yang ber-arti pertambahan panjang lebih cepat daripada pertambahan bobotnya. Hal ini sama dengan hasil penelitian Norau (2010) yang menyatakan nilai b ikan lencam di perairan Halmahera sebe-sar 2,037 dengan pola pertumbuhan alometrik negatif dan ikan lencam di perairan Kotabaru Kalimantan Selatan juga pola pertumbuhan alo-metrik negatif dengan nilai $b = 1,196$ (Prihati-ningsih, 2015). Hasil sebaliknya diperoleh dari penelitian Mbaru *et al.* (2011) di Perairan Ke-nya yang menyatakan pola pertumbuhan ikan lencam bersifat isometrik. Di Pantai Thootuku, India ditemukan pola pertumbuhan ikan lencam juga bersifat isometrik dengan nilai $b = 3,027$ (Vasantharajan *et al.* 2014). Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa ikan lencam di perairan Bangka dengan di India dan Kenya memiliki perbedaan pola pertumbuhan. Perbedaan pola pertumbuhan dapat disebabkan oleh perbedaan waktu dalam hari karena perbedaan isi perut (Lelono 2007). Selain itu, pola pertumbuhan berbeda di setiap perairan karena dipengaruhi faktor lingkungan perairan seperti temperatur, ketersediaan makanan, kondisi pemijahan atau faktor lain seperti jenis kelamin, daerah, dan waktu penangkapan (Kalayci *et al.* 2007). Per-bedaan pola pertumbuhan ikan lencam juga di-pengaruhi oleh karakterstik perairan, kondisi

lingkungan yang berubah dapat mengakibatkan kondisi ikan berubah sehingga hubungan panjang bobot akan menyimpang dari hukum kubik (Merta 1993).

Nisbah kelamin merupakan salah satu variabel riwayat hidup (*life history*) yang sangat penting dan menjadi dasar dalam menilai kemampuan atau kebugaran suatu populasi ikan (Winemiller & Rose 1992). Variabel ini digunakan untuk memperlihatkan perbandingan jantan dan betina dalam suatu populasi. Nisbah kelamin yang menyimpang dari pola 1:1 atau dikatakan kondisi tidak seimbang ditemukan pada populasi ikan lencam di perairan Bangka yaitu dengan perbandingan ikan jantan dan betina 1:2,06. Adanya perbedaan dalam perbandingan kelamin ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti perbedaan tingkah laku, kondisi lingkungan, kegiatan penangkapan, perbedaan laju kematian, distribusi dan pertumbuhan ikan serta kemampuan bereproduksi (Turkmen *et al.* 2002). Perbedaan ini yang diduga menjadi faktor utama dari ketidakseimbangan nisbah kelamin adalah ikan lencam (Famili Lethrinidae) merupakan salah satu kelompok ikan hermafrodit protogini (Carpenter & Allen 1989). Hermafrodit protogini adalah terbentuknya ikan jantan yang berasal dari betina, beberapa ikan yang termasuk golongan ini sudah satu kali mengalami pemijahan, jaringan ovariumnya mengkerut kemudian jaringan testisnya berkembang (Grandcourt *et al.* 2010). Beberapa ikan jenis ini disebut juga sebagai hermaphrodit protogini non fungsional karena individu hanya pernah berfungsi sebagai satu jenis kelamin meskipun ada jaringan ovarium dan testis pada gonad yang belum dewasa (Sadovy & Liu 2008). Menurut Wassef (1991), perubahan ikan lencam dari fase betina ke jantan dapat dilihat dari ukuran pan-

jang total ikan. Berdasarkan hasil penelitian di Laut Merah, ikan mengalami perubahan fase betina ke fase jantan saat panjang ikan telah mencapai 33 cm pada kelompok umur 5 tahun (Wassef 1991).

Persentase komposisi TKG pada setiap periode dapat digunakan untuk menduga musim pemijahan (Effendie 1979). Berdasarkan hasil penelitian, di perairan Bangka dapat diduga awal musim pemijahan terjadi pada bulan September, karena pada bulan September ditemukan ikan jantan dan betina pada TKG IV (Tabel 3). TKG IV merupakan indikator ikan akan memijah. Hasil ini sama dengan hasil penelitian Currey *et al.* (2013) di Australia, musim pemijahan ikan lencam terjadi pada bulan September sampai dengan Oktober.

Berdasarkan hasil analisis isi lambung ikan lencam selama bulan pengamatan didominasi oleh jenis kepiting dan kekerangan. Hal ini dikarenakan ikan lencam merupakan ikan demersal yang hidup di dasar perairan, habitat kepiting dan kekerangan juga di dasar perairan sehingga ikan lencam lebih mudah mendapatkan atau memakan jenis kepiting dan kekerangan dibandingkan dengan ikan kecil (pelagis) yang hidup di atas perairan.

Rata-rata ukuran ikan kali pertama tertangkap (Lc50) sebesar 28 cm dan rata-rata ukuran kali pertama matang gonad (Lm50) sebesar 26 cm. Hasil penelitian Grandcourt *et al.* (2011) di Teluk Arab bagian selatan diperoleh panjang kali pertama matang gonad sebesar 27,7 cm. Menurut Lagler *et al.* (1962) perbedaan ukuran kali pertama matang gonad dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kebiasaan makan, umur, ukuran, dan kondisi fisiologis ikan tersebut. Menurut Saputra *et al.* (2009) dan Widodo & Suadi (2008), kondisi lebih tangkap

(*overfishing*) secara biologis dapat digolongkan menjadi *growth overfishing* dan *recruitment overfishing*. *Growth overfishing* terjadi apabila hasil tangkapan didominasi oleh ikan-ikan kecil pada ukuran pertumbuhan, sedangkan *recruitment overfishing* terjadi apabila kegiatan eksploitasi lebih banyak menangkap ikan yang siap memijah (*spawning stock*) atau ikan dewasa matang gonad. Menurut Allen *et. al.* (2013), *recruitment overfishing* merupakan kondisi lebih tangkap yang lebih parah dibandingkan dengan kondisi *growth overfishing*. Berdasarkan nilai laju eksploitasi, $L_{50\%}$ dan L_m , diduga penangkapan ikan lencam di perairan Laut Bangka dan sekitarnya telah mengarah kepada kondisi *recruitment overfishing* ($L_m < L_{50\%}$). Kondisi seperti ini sangat membahayakan keberadaan stok sumber daya ikan lencam, karena secara substansial merusak produktivitas stok ikan dan menyebabkan runtuhnya stok sumber daya ikan. Upaya pencegahan yang dapat dilakukan yaitu proteksi terhadap penangkapan sejumlah stok induk yang memadai, seperti pembatasan ukuran tangkap untuk ikan induk ($> L_m$ 26 cm).

Simpulan

Pola pertumbuhan ikan lencam di perairan Bangka bersifat allometrik negatif. Awal musim pemijahan ikan ini diduga terjadi pada bulan September. Makanan ikan lencam terdiri atas kerang-kerangan, kepiting, udang, dan ikan. Kondisi perikanan ikan lencam di Perairan Bangka diduga mengarah pada *recruitment overfishing* dan perlu adanya pembatasan pada penangkapan sejumlah stok induk (pembatasan ukuran tangkap). Jika tidak dikelola dengan baik dan benar penangkapan dapat membahayakan keberadaan stok sumber daya ikan lencam.

Persantunan

Tulisan ini merupakan kontribusi dari hasil penelitian aspek biologi, tingkat pemanfaatan dan optimasi pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis demersal di WPP 711 untuk mendukung industrialisasi perikanan, T.A 2014-2015 di Balai Riset Perikanan Laut, Jakarta.

Daftar pustaka

- Allen M. Hanson MJ, Ahrends, R. & Arlinghaus R. 2013. Dynamic angling effort influences the value of minimum-length limits to prevent recruitment overfishing. *Fisheries Management and Ecology*, 20(2-3): 247–257.
- Anonimus. 2016. *Statistik Pelabuhan Perikanan Nusantara Sungailiat*. Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Bal DV, Rao KV. 1984. *Marine Fisheries*. Tata McGraw-Hill Publishing Company. New Dehli. 491 p
- Blackweel BG, Brown ML, Willis DW. 2000. Relative weight (W_r) status and current use in fisheries assessment and management. *Reviews in Fisheries Science*, 8(1): 1-44
- Budimawan, Budi S, Kasmawati, Rahmi, Zaky MA, Darmawati. 2013. Struktur populasi ikan katamba, *Lethrinus lentjan* yang tertangkap di perairan Spermonde Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan X Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*, Yogyakarta 31 Agustus 2013. Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta. MD-08.
- Carpenter KE, Allen GR. 1989. FAO Species Catalogue. Vol. 9. Emperor fishes and large-eye breams of the world (family Lethrinidae). *FAO Fisheries Synopsis*. 125(9):118 p
- Currey LM, Williams AJ, Mapstone BD, Davies CR, Carlos G, Welch DJ. 2013. Comparative biology of tropical *Lethrinus* species (Lethrinidae): challenges for multi-species management. *Journal of Fish Biology*, 82(3) :764-788
- Effendie MI. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri. Bogor. 112 p

- Effendie MI. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Bogor. 163 p.
- Ezzat AA, Elham AW, Faiza AB. 1996. Studi histologi gonad redspot emperor *Lethrinus lentjan* (Lacepede), (Famili Lethrinidae) di Perairan Jeddah, Laut Merah. *Journal of Marine Environment*, 7(10): 215-232.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1974. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes: Eastern Indian Ocean – Fishing Area 57 and Western Central Pacific – Fishing Area 71 Vol 1-4*. Roma
- Grandcourt EM. 2002. Demographic characteristics of a selection of exploited reef fish from the Seychelles: preliminary study. *Journal of Marine and Freshwater Research*, 53(2) :123-130.
- Grandcourt EM, Al-Abessalaam TZ, Francis F. 2010. Age-based life history parameters and status assessments of by-catch species (*Lethrinus borbonicus*, *Lethrinus microdon*, *Pomacanthus maculosus* and *Scolopsis taeniatatus*) in the southern Arabian Gulf. *Journal of Applied Ichthyology*, 26(3): 381-389.
- Grandcourt EM, Al-Abdessalaam TZ, Francis F, Al-Shamsi A. 2011. Demographic parameters and status assessments of *Lutjanus ehrenbergii*, *Lethrinus lentjan*, *Plectorhinchus sordidus* and *Rhabdosargus sarba* in the southern Arabian Gulf. *Journal of Applied Ichthyology*, 27(5): 1203-1211.
- Holden MJ, Raitt DFS. 1974. *Manual of Fisheries Sciences. Part 2. Methods of resource investigation and their application. FAO Fish, Tech. Pap.(115). Rev. 1*. 214 p
- Kalayci F, Samsun N, Bilgin S, Samsun O. 2007. Length-weight relationship of 10 caught by bottom trawl and midwater trawl from the middle Black Sea, Turkey. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 7: 33-36.
- Kulmiye AJ, Ntiba MJ, Kisia SM. 2002. Some aspects of the reproductive biology of the Thumbprint Emperor, *Lethrinus harak* (Forsskal, 1775), in Kenyan coastal waters. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science*, 1(2): 135-144.
- Lagler KF, Bardach JE, Miller RR. 1962. *Ichthyology*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Lelono TD. 2007. Dinamika populasi dan biologi ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) yang tertangkap dengan purse seine di Pelabuhan Perikanan Nusantara Prigi Trenggalek. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan IV Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*, Yogyakarta 28 Juli 2007. Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta. 1-11
- Mbaru EK, Kimani EN, Otswana LM, Kimeli A, Mkare TK. 2011. Abundance, length-weight relationship and condition factor in selected reef fishes of the Kenyan Marine Artisanal Fishery. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 3(1): 1-8
- Merta IGS. 1993. Hubungan panjang-berat dan faktor kondisi ikan lemuru, *Sardinella lemuru* Bleeker, 1853 dari perairan Selat Bali. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 73(1): 35-44
- Norau S. 2010. Analisis optimisasi pemanfaatan sumberdaya ikan lele (*Lethrinus lentjan*) di kawasan terumbu karang Kepulauan Guraici, Kabupaten Halmahera Selatan. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Offem BO, Ayotunde EO, Ikpi GU. 2008. Dynamics in the reproductive of *Heterobranchius longifilis* Val. (Pisces: 1840) in the wetlands of Cross River, Nigeria. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 3(1): 22-31.
- Prihatiningsih. 2015. Estimasi parameter populasi ikan lele (*Lethrinus lentjan*) di sekitar perairan Kotabaru (P. Laut) – Kalimantan Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Ikan ke 8, Bogor, 3-4 Juni 2014*. Masyarakat Iktiologi Indonesia. Bogor. pp. 269-278.
- Rao TA, Sharma SV. 1984. Reproductive biology of *Mystus vittatus* (Bloch) (Bagridae: Siluriformes) from Guntur, Andhra Pradesh. *Hydrobiologia*, 119(1): 21-26.
- Rahardjo MF, Simanjuntak CPH. 2007. Aspek reproduksi ikan tetet *Johnius belangerii* Cuvier (Pisces: Sciaenidae) di Pantai Mayangan, Jawa Barat. *Jurnal Perikanan*, 9(2): 200-207.

- Richter TJ. 2007. Development and evaluation of standard weight equations for bridgelip sucker and large scale sucker. *North American Journal of Fisheries Management*, 27(3): 936-939.
- de Mitcheson S, Liu M. 2008. Functional hermaphroditism in teleosts. *Fish and Fisheries*, 9(1): 1-43
- Saputra SW, Soedarsono P, Sulistyawati GA. 2009. Beberapa aspek biologi ikan kuni-ran (*Upeneus* spp.) di Perairan Demak. *Jurnal Saintek Perikanan*, 5(1), 1-6.
- Steel RGD, Torie JH. 1981. *Principles and procedure of statistic*. Second edition McGraw Hill Book Company, Inc. New York. 748 p.
- Turkmen M, Erdogan O, Yildirim A, Akhyut I. 2002. Reproductive tactics, age, and growth of *Capoeta capoeta umbla* Heckel 1843 from the Askale region of the Karasu River, Turkey. *Fisheries Research*, 54(3): 317-328.
- Vasantharajan M, Jawahar P, Sundaramoorthy B, Venkatasamy M. 2014. Length-weight relationship of *Lethrinus lentjan* (Lacepede, 1802) and *Lethrinus nebulosus* (Forssk, 1775) exploited in Thoothukudi coast, Tamil Nadu, India. *The Indian Veterinary Journal*, 43(1): 14-18.
- Wahyuningsih, Prihatiningsih, Ernawati T. 2013. Parameter populasi ikan kakap merah (*Lutjanus malabaricus*) di Perairan Laut Jawa bagian timur. *Bawal*, 5(3): 175-179.
- Wassef EA. 1991. Comparative growth studies on *Lethrinus lentjan*, Lacepede 1802 and *Lethrinus mahsena*, Forsskal 1775 (Pisces, Lethrinidae) in the Red Sea. *Fisheries Research*, 11(1): 75-92.
- Widodo J, Suadi. 2008. *Pengelolaan sumber daya perikanan laut*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 252 p
- Winemiller KO, Rose KA. 1992. Patterns of life history diversification in North American fishes: implications for population regulation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49(10): 2196-2218.
- Wujdi A, Suwarso, Wudianto. 2013. Biologi reproduksi dan musim pemijahan ikan lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker, 1953) di Perairan Selat Bali. *Bawal*, 5(1): 49-57.

Efektivitas paparan spektrum cahaya lampu *Light Emitting Diode* (LED) terhadap pertumbuhan dan kualitas warna yuwana ikan badut, *Amphiprion percula* (Lacépède, 1802)

[The effectiveness of LED light spectrum exposure on growth and color performance of orange clownfish, *Amphiprion percula* (Lacépède, 1802) juvenile]

Ris Dewi Novita^{1✉}, Kukuh Nirmala², Eddy Supriyono², Idil Ardi³

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

²Departemen Budidaya Perairan, FPIK-IPB

Jl. Agatis, Kampus IPB, Dramaga, Bogor 16680

³Balai Riset Budidaya Ikan Hias

Jl. Perikanan No. 13 Pancoran Mas Kota Depok, Jawa Barat 16436

Diterima: 23 Desember 2018; Disetujui: 5 Februari 2019

Abstrak

Ikan badut *Amphiprion percula* merupakan ikan hias air laut yang diminati pasar global ikan hias karena memiliki daya tarik tersendiri pada warna jingga yang dimilikinya. Ikan badut hasil budi daya memiliki kualitas warna jingga yang cenderung memudar. Penggunaan manipulasi spektrum cahaya dalam sistem budi daya dapat memengaruhi perubahan jumlah kromatofor yang dapat meningkatkan warna ikan menjadi terang. Tujuan penelitian ini adalah menentukan spektrum cahaya lampu LED yang tepat terhadap pertumbuhan dan kualitas warna yuwana ikan badut. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap pada lima perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan terdiri atas empat jenis spektrum cahaya lampu LED dengan panjang gelombang berbeda yakni putih (P), merah (M), hijau (H) dan biru (B) dengan lama penyinaran 12 jam dan kontrol. Rerata panjang total awal ikan uji adalah $3,28 \pm 0,24$ cm dan bobot $0,91 \pm 0,19$ g. Hasil penelitian selama 60 hari pemeliharaan menunjukkan bahwa parameter respons fisiologis dan pertumbuhan terbaik adalah pada perlakuan lampu LED biru dengan kadar glukosa sebesar $40,00 \pm 2,65$ mg dL⁻¹, kadar *malondialdehyde* (MDA) sebesar $9,30 \pm 0,29$ nmol mL⁻¹, laju pertumbuhan spesifik (LPS) sebesar $1,71 \pm 0,05\%$ dan efisiensi pakan (EP) sebesar $78,23 \pm 1,97\%$. Parameter kualitas warna terbaik pada perlakuan lampu LED biru dengan skor dalam *Toca color finder* (TCF) mencapai warna jingga pada bagian dorsal, kaudal dan anal, *red, green and blue* (RGB) ratio pada warna bagian dorsal, kaudal dan anal masing-masing sebesar $64,59 \pm 1,00\%$, $68,12 \pm 0,74\%$, dan $72,56 \pm 0,20\%$ serta jumlah kromatofor sebesar 346 ± 10 sel/ $0,1 \text{ mm}^2$. Spektrum cahaya lampu LED biru menghasilkan pertumbuhan dan kualitas warna terbaik pada yuwana ikan badut *Amphiprion percula*.

Kata penting: *Amphiprion percula*, kualitas warna, spektrum cahaya lampu LED

Abstract

Orange clownfish is one of the most desired marine ornamental fish by global market due to the orange color on it. One obstacle of the clownfish farming is the changes in the orange color on clownfish. Manipulation of the light spectrum exposure may affect the amount of chromatophore, that can change the color of clownfish become brighter. The present study aimed at to determining an appropriate spectrum of LED light toward growth and color quality of *Amphiprion percula* juvenile. The study was conducted in five treatments with three replications. The treatment consists of four types of LED light with different wavelengths, i.e., white (P), red (M), green (H) and blue (B) with 12 hours and control. Clownfish with an average body weight of 0.91 ± 0.19 g and length of 3.28 ± 0.24 cm were used in this study. The result after 60 days showed that the blue LED light give the best glucose levels of 40.00 ± 2.65 mg dL⁻¹, malondialdehyde levels of 9.30 ± 0.29 nmol mL⁻¹, specific growth rate of $1.71 \pm 0.05\%$ and feed efficiency of $78.23 \pm 1.97\%$. The best color quality parameters on blue LED light treatment with the Toca color finder (TCF) score reach the orange color on the dorsal, caudal and anal, RGB ratio of the color of the dorsal, caudal and anal each of $64.59 \pm 1.00\%$, $68.12 \pm 0.74\%$ and $72.56 \pm 0.20\%$ as well as the number of chromatophore each of 346 ± 10 cells/ 0.1 mm^2 . The spectrum blue LED light is able to result the growth and quality of best color for clownfish *Amphiprion percula* juvenile.

Keywords: *Amphiprion percula*, color quality, LED light spectrum

Pendahuluan

Perkembangan budi daya ikan hias air laut di Indonesia terlihat positif. Data Interna-

tional Trade Centre (2017) memperlihatkan bahwa kontribusi Indonesia untuk nilai ekspor ikan hias air laut pada tahun 2016 berada di

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: risdewi@gmail.com

urutan ke tiga dunia, dengan nilai mencapai 7,68 juta dollar AS. Salah satu jenis ikan hias air laut Indonesia yang memiliki nilai jual tinggi yaitu dari famili Pomacentridae yang hidup di terumbu karang (Wabnitz *et al.* 2003). Ikan badut termasuk dalam famili Pomacentridae, subfamili Amphiprionidae yang berasal dari perairan Samudra Hindia dan Pasifik, sampai saat ini terdapat 27 spesies yang telah teridentifikasi (Fautin & Allen 1992). Ikan badut termasuk ikan hias air laut yang mudah dibudidayakan (Gopakumar 2005). Kondisi demikian dapat dilihat pada data produksi ikan badut hasil budi daya di Indonesia pada tahun 2016 yang mencapai 333 ribu ekor. Jumlah produksi ini menempati posisi teratas dibandingkan dengan jenis ikan hias air laut lainnya seperti kuda laut, *mandarinfish*, *banggai cardinal fish* dan ikan *blue devil* (DJPB 2017).

Berbagai jenis ikan badut tersebut, diantaranya adalah *Amphiprion percula* merupakan spesies ikan dari famili Pomacentridae yang banyak diminati dan populer di pasar global ikan hias (Johnston *et al.* 2003). Warna jingga terang merupakan daya tarik jenis ikan hias ini (Johnston 2000) dan nilai ekonomisnya ditentukan berdasarkan kualitas warna jingga yang mendominasi bagian tubuhnya (Yasir & Qin 2009). Nilai jual ikan hias ini per ekor berkisar antara 17,99–19,99 dollar AS (Barrier Reef Aquariums 2017; Saltwaterfish 2017). Kegiatan budi daya guna meningkatkan produksi ikan badut tersebut dalam rangka pemenuhan permintaan, namun masih terkendala kualitas warna.

Salah satu kendala yang dihadapi pada kegiatan budi daya ikan badut adalah kualitas warna jingga yang memudar, apabila dibandingkan dengan hasil tangkapan alam (Sembiring *et al.* 2013). Hal tersebut dapat disebabkan adanya

penurunan jumlah kromatofor dan penyebarannya tidak merata. Kromatofor merupakan sel pigmen yang menyebar di seluruh lapisan sel epidermis kulit ikan dan berperan dalam peningkatan atau penurunan tingkat kecerahan warna ikan (Oshima 2001). Salah satu yang memengaruhi penyebaran jumlah sel kromatofor adalah akibat dari stres faktor lingkungan yakni penggunaan cahaya yang tidak tepat pada media pemeliharaan. Untuk mengatasi kendala tersebut diperlukan perbaikan teknologi budi daya.

Peningkatan warna ikan badut budi daya dapat dilakukan dengan teknik manipulasi cahaya pada sistem budi dayanya yang telah dilakukan beberapa penelitian. Manipulasi cahaya menggunakan kombinasi spektrum, intensitas, dan lama paparan yang tepat, dapat memengaruhi perubahan penyebaran jumlah kromatofor, sehingga warna ikan menjadi lebih terang (Fujii 2000). Penggunaan cahaya buatan dalam media pemeliharaan dengan spektrum atau panjang gelombang yang tepat dapat memengaruhi perubahan jumlah kromatofor (Oshima & Yokozeki 1999). Salah satu teknologi budi daya yang dapat dilakukan guna memanipulasi spektrum atau panjang gelombang cahaya adalah dengan menggunakan lampu *Light Emitting Diode* (LED). Penggunaan lampu LED dalam kegiatan budi daya memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan lampu jenis lain. Lampu LED memiliki efisiensi energi yang lebih tinggi sehingga dapat menghemat biaya dibandingkan dengan lampu jenis lain, daya tahan yang tinggi serta ramah lingkungan dikarenakan tidak mengandung merkuri (Migaud *et al.* 2007).

Hasil penelitian Aras *et al.* (2015) menggunakan LED merah, hijau, biru dan putih untuk melihat pertumbuhan dan kualitas warna ikan botia (*Chromobotia macracanthus* Bleeker).

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa lampu LED hijau dapat meningkatkan laju pertumbuhan harian ikan botia, sedangkan lampu LED merah mampu meningkatkan jumlah sel kromatofor. Hal serupa dihasilkan dari penelitian Gunawan (2017) dengan penggunaan lampu LED merah memberikan performa warna terbaik pada ikan gurami *strain* Padang *Osphronemus gouramy* Lacepede serta lampu LED biru mampu memberikan laju pertumbuhan terbaik pada ikan gurami *strain* Padang. Penelitian penggunaan lampu LED terhadap kualitas warna ikan hias di Indonesia sudah banyak dilakukan pada ikan hias air tawar sedangkan pada ikan hias air laut masih kurang. Penelitian menggunakan lampu LED pada ikan hias air laut telah dilakukan, namun hanya melihat pengaruh peningkatan kadar antioksidan sebagai respons stres oksidatif dan pertumbuhan ikan *Amphiprion clarkii* (Shin et al. 2011; 2012). Penelitian ini bertujuan menentukan spektrum cahaya lampu LED yang tepat untuk pertumbuhan dan peningkatan kualitas warna yuwana ikan badut *Amphiprion percula*.

Bahan dan metode

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai April 2018 di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung. Analisis kadar glukosa dilakukan di laboratorium Pusat Studi Satwa Primata Institut Pertanian Bogor, kadar *malondialdehyde* (MDA) dilakukan di laboratorium Departemen Biokimia dan Biologi Molekular Universitas Indonesia, dan histologi ja-

ringan ikan di laboratorium Kesehatan Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.

Materi uji

Ikan uji yang digunakan adalah yuwana ikan badut *Amphiprion percula* hasil pembenihan dari Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung dengan rata-rata panjang total $3,28 \pm 0,24$ cm dan bobot $0,91 \pm 0,19$ g. Ikan uji dipelihara menggunakan akuarium berukuran 40 cm x 50 cm x 40 cm dengan volume air 50 L dan padat tebar 25 ekor per akuarium.

Rancangan penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri atas lima perlakuan dengan tiga ulangan. Perlakuan terdiri atas: perlakuan K (kontrol dengan cahaya ruang), perlakuan P (LED putih), perlakuan M (LED merah), perlakuan B (LED biru) dan perlakuan H (LED hijau).

Prosedur penelitian

Wadah yang digunakan pada penelitian ini berupa akuarium sebanyak lima belas buah dengan penempatan dilakukan secara acak. Seluruh sisi akuarium dilapisi dengan plastik mulsa guna meminimalkan pengaruh cahaya luar. Masing-masing akuarium dilengkapi dengan aerator untuk menyuplai oksigen dan sistem sirkulasi. Lampu LED yang digunakan adalah LED 3 mata lampu 5050, 12 volt yang terlebih dahulu diukur panjang gelombang spektrum cahayanya. Panjang gelombang spektrum cahaya yang dihasilkan terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Puncak panjang gelombang spektrum cahaya lampu LED yang digunakan

Perlakuan	Puncak panjang gelombang (nm)	
	Lampu LED yang digunakan	Aras <i>et al.</i> (2015)
Kontrol (K)	-	-
LED putih (P)	443 nm dan 539 nm	465 nm dan 550 nm
LED merah (M)	615 nm	625 nm
LED hijau (H)	521 nm	525 nm
LED biru (B)	458 nm	470 nm

Lama penyinaran berlangsung selama 12 jam setiap hari selama 60 hari. Pengatur waktu dipasang pada stop kontak sehingga lampu menyala otomatis pukul 06.30 dan padam pukul 18.30. Akuarium diisi air dan didiamkan selama tiga hari, kemudian dilakukan penebaran ikan uji dan diaklimatisasi selama tujuh hari. Ikan uji diberi pakan (protein 59,48%) secara *at satiation* sebanyak tiga kali sehari pada pukul 07.00, 12.00 dan 17.00. Penyiponan dilakukan setiap hari sebelum pemberian pakan yaitu pada pagi hari dan sore hari dengan mengganti 1/3 dari volume air media pemeliharaan. Pengamatan dilakukan dalam periode pemeliharaan ikan selama 60 hari.

Parameter penelitian

Parameter penelitian yang diukur meliputi: kadar glukosa, kadar *malondialdehyde* (MDA), laju pertumbuhan spesifik, bobot mutlak, panjang mutlak, jumlah konsumsi pakan, efisiensi pakan serta tingkat sintasan. Pengukuran panjang dan penimbangan bobot ikan dilakukan setiap 14 hari sekali. Parameter yang berkaitan dengan kualitas warna antara lain nisbah warna merah pada *red, green and blue* (RGB), skor *toca color finder* (TCF) dan menghitung jumlah sel kromatofor.

Kadar glukosa diukur dengan metode *Enzymatic Colorimetric Test* GOD-PAP (*Gluco-*

se Oxidase Para Aminophenazone). Pengukuran kadar glukosa dilakukan pada awal dan akhir perlakuan dengan prinsip oksidasi glukosa oleh glukooksidase (GOD) menjadi asam glukonat dan H₂O₂. Selanjutnya H₂O₂ direaksikan dengan 4-aminophenazon dan fenol menghasilkan quinoneimine yang berwarna merah violet dan H₂O. Reaksi ini dikatalisis oleh enzim peroksidase (POD) yang terbentuk ekuivalen dengan glukosa sehingga warna yang terukur pada produk quinoneimine akan sebanding dengan kadar glukosa. Nilai absorbansi sampel dan standar diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 500 nm dan dihitung menggunakan rumus:

$$KG = \frac{i}{i} \times 100$$

Keterangan: KG= kadar glukosa (mg dL⁻¹)

Pengukuran kadar MDA dilakukan pada awal dan akhir perlakuan dengan metode uji asam tiobarbiturat (TBA) secara spektrofotometri (Rio *et al.* 2005). Sebanyak 400 µL sampel direaksikan dengan 200 µL *trichloroacetic acid* (TCA) 20%, kemudian dihomogenkan menggunakan vorteks, campuran kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 6000 rpm selama lima menit. Supernatan yang terbentuk diambil dan ditambahi 400 µL *tiobarbiturat acid* (TBA) 0,67%. Selanjutnya mikrotube dilapisi dengan *parafilm*, kemudian dipanaskan pada penangas 95-100 °C selama 10 menit, dan setelah itu di-

dinginkan dengan air. Nilai absorbansi sampel dibaca pada panjang gelombang 530 nm. Hasil pengukuran absorbansi tersebut kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linier yang didapat dari kurva standar untuk mendapatkan kadar MDA masing-masing sampel.

Keragaan warna diamati secara visual pada awal dan akhir pemeliharaan dengan menggunakan kamera digital *Canon EOS 1100D*. Metode konversi gradasi warna dianalisis menurut skala dan persentase menggunakan aplikasi perangkat lunak *ImageJ* yang berdasarkan modifikasi Kusumah et al. (2015). Pengamatan dilakukan terhadap tiga titik meliputi warna bagian dorsal, kaudal, dan anal ikan. Dari hasil pengamatan keragaan warna secara visual dengan aplikasi perangkat lunak *ImageJ*, maka akan diperoleh persentase nisbah warna merah pada *red, green and blue* (RGB).

Parameter kualitas warna diukur secara visual dengan *toca color finder* (TCF) edisi 1999 (Cemani Toka, Bogor, Indonesia) dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan. Pengukuran dengan TCF sebagai alat pendekatan untuk mengukur warna visual kualitatif pada bagian dorsal, kaudal, dan anal ikan dilakukan oleh lima orang panelis. Tiga peringkat warna yuwana ikan badut *Amphiprion percula* dibuat menggunakan kode TCF 0513 hingga 0515, dengan skor berkisar dari 1 sampai 3 untuk warna kuning, jingga kekuningan, dan jingga (Meilisza 2018).

Penghitungan jumlah sel kromatofor dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan. Metode ini menggunakan teknik histologis yang mengacu pada penelitian Aras et al. (2015). Bagian yang diamati adalah lapisan epidermis tubuh ikan. Preparat histologi diamati menggu-

nakan mikroskop dengan perbesaran 100 kali dan didokumentasikan. Setelah itu hasil dokumentasi dianalisis dengan bantuan perangkat lunak *ImageJ* untuk menentukan jumlah sel kromatofor.

Sintasan adalah hasil persentase jumlah ikan yang hidup dari total ikan yang dipelihara per perlakuan. Pengukuran sintasan ikan pada penelitian ini menggunakan rumus sebagai berikut (Goddard 1996) :

$$\frac{N}{N_0} \times 100$$

Keterangan: SR= sintasan/ *Survival rate* (%), N_t = jumlah ikan pada akhir pengamatan, N_0 = jumlah ikan pada awal pengamatan

Laju pertumbuhan spesifik merupakan laju pertambahan bobot ikan dalam persen. Rumus laju pertumbuhan spesifik dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (Ricker 1979):

$$L = \frac{L_t - L_0}{t} \times 100$$

Keterangan: LPS= laju pertumbuhan spesifik % hari⁻¹, t_t = bobot rata-rata ikan waktu ke t (g), t_0 = bobot rata-rata ikan pada waktu awal (g), t= lama pemeliharaan (hari)

Pertambahan bobot (BM) merupakan selisih bobot rata-rata akhir dengan bobot rata-rata awal pemeliharaan (NRC 1983). Pertambahan bobot dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$K = \frac{M_t - M_0}{t} \times 100$$

K : M h g ,
rata-rata akhir pemeliharaan (g) -rata

Panjang total tubuh ikan diukur setiap 14 hari dengan menggunakan milimeter blok. Pertambahan panjang dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (NRC 1983) :

$$PM = L_t - L_0$$

Keterangan: PM= pertambahan panjang (cm), L_t = panjang rata-rata akhir pemeliharaan (cm), L_0 = panjang rata-rata awal pemeliharaan (cm)

Jumlah konsumsi pakan (JKP) ikan badut *Amphiprion percula* dihitung dengan cara menimbang jumlah pakan yang dikonsumsi selama penelitian.

Efisiensi pakan dihitung dengan menggunakan rumus Takeuchi (1988), yaitu:

$$\frac{-B_0}{00}$$

Keterangan: EP= efisiensi pakan (%), B_t = biomassa ikan pada akhir pemeliharaan (g), B_d = biomassa ikan yang mati selama masa pemeliharaan (g), B_0 = biomassa ikan pada awal pemeliharaan (g), F= jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan (g)

Pengukuran kualitas air

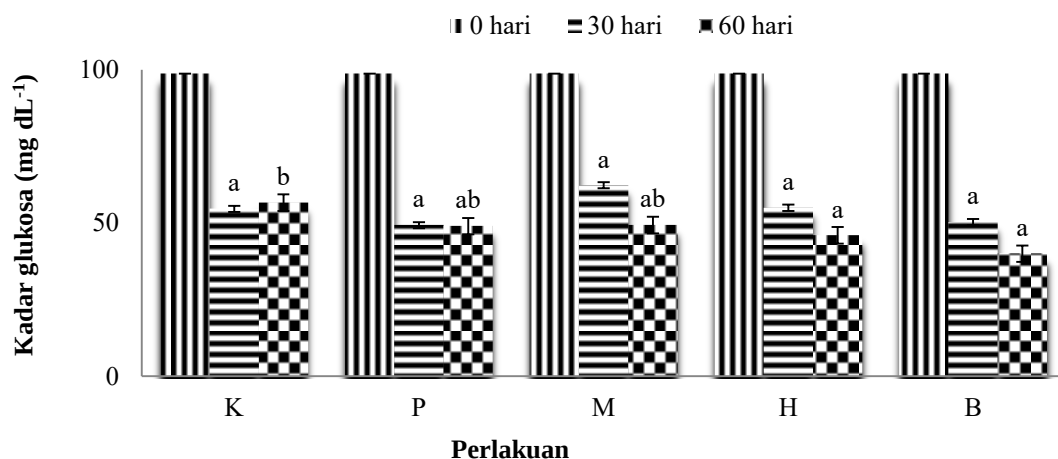
Parameter kualitas air yang diukur dalam penelitian ini meliputi suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut, nitrit dan amonia. Pengukuran suhu air dilakukan setiap hari, sedangkan salinitas, pH dan oksigen terlarut diukur setiap 14 hari. Pengukuran suhu dilakukan menggunakan termometer, pH air menggunakan pH meter, salinitas menggunakan refraktometer, dan oksigen terlarut menggunakan DO meter. Pengukuran nitrit dan amonia menggunakan spektrofotometer pada awal dan akhir perlakuan.

Analisis statistik

Data berupa parameter nilai kadar glukosa, kadar MDA, laju pertumbuhan spesifik, bobot, panjang, jumlah konsumsi pakan, efisiensi pakan, sintasan, jumlah kromatofor, serta pengukuran nisbah warna merah pada RGB dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) dengan bantuan *software* SPSS versi 22. Uji lanjut Duncan dengan selang kepercayaan 95% dilakukan apabila terdapat pengaruh perlakuan. Data pengukuran kualitas warna dengan TCF dilakukan secara deskriptif.

Hasil

Kadar glukosa sebelum perlakuan menunjukkan nilai tinggi sebesar $98,80 \pm 10,92$ mg dL⁻¹. Gambar 1 menunjukkan penurunan kadar glukosa pada semua perlakuan pada hari ke 30. Perlakuan B memiliki nilai kadar glukosa terendah pada hari ke 60 sebesar $40,00 \pm 2,65$ mg dL⁻¹ yang berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan K sebesar $56,67 \pm 4,04$ mg dL⁻¹, namun tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan H sebesar $46,00 \pm 4,00$ mg dL⁻¹, P sebesar $49,00 \pm 1,73$ mg dL⁻¹ dan M sebesar $49,33 \pm 8,74$ mg dL⁻¹.



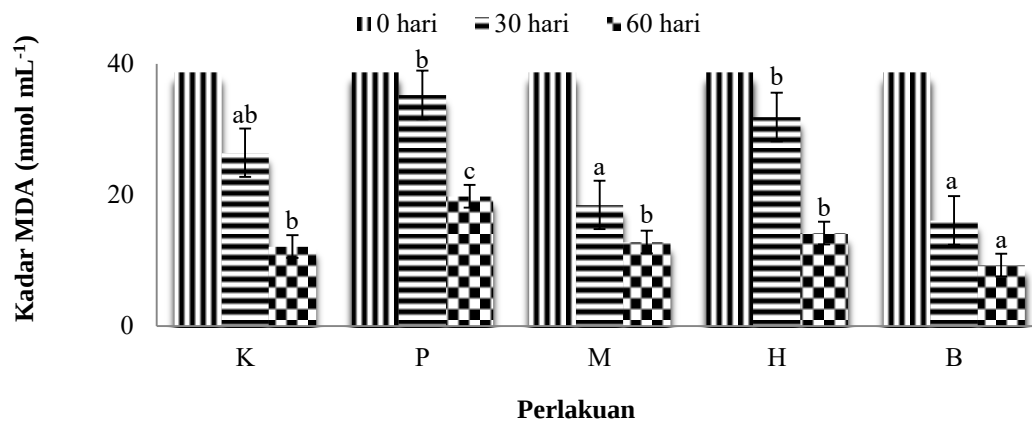
Keterangan: K (kontrol dengan cahaya ruang), P (lampu LED putih), M (lampu LED merah), H (lampu LED hijau) dan B (lampu LED biru). Huruf yang berbeda pada diagram menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (uji lanjut Duncan $P < 0,05$).

Gambar 1. Kadar glukosa yuwana ikan badut *Amphiprion percula*

Kadar MDA sebelum perlakuan menunjukkan nilai yang tinggi sebesar $38,73 \pm 0,84$ nmol mL^{-1} (Gambar 2). Pada hari ke 30 semua perlakuan kadar MDA cenderung turun dengan nilai terendah pada perlakuan B sebesar $16,10 \pm 6,35$ nmol mL^{-1} dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan P sebesar $35,24 \pm 6,65$ nmol mL^{-1} dan H sebesar $31,89 \pm 6,00$ nmol mL^{-1} , namun tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan M sebesar $18,46 \pm 2,70$ nmol mL^{-1} dan K sebesar $26,43 \pm 4,96$ nmol mL^{-1} . Pengamatan pada hari ke 60 menunjukkan nilai kadar MDA cenderung

turun kembali dengan nilai terendah perlakuan B sebesar $9,30 \pm 0,29$ nmol mL^{-1} berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan lainnya.

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan spektrum cahaya LED tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap sintasan, jumlah konsumsi pakan dan efisiensi pakan ($P > 0,05$), namun berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap laju pertumbuhan spesifik (LPS), bobot (B) dan panjang (P). Nilai LPS, B dan P perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($P < 0,05$).



Keterangan: K (kontrol dengan cahaya ruang), P (lampu LED putih), M (lampu LED merah), H (lampu LED hijau) dan B (lampu LED biru). Huruf yang berbeda pada diagram menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (uji lanjut Duncan $P < 0,05$).

Gambar 2. Kadar *malondialdehyde* (MDA) yuwana ikan badut *Amphiprion percula*

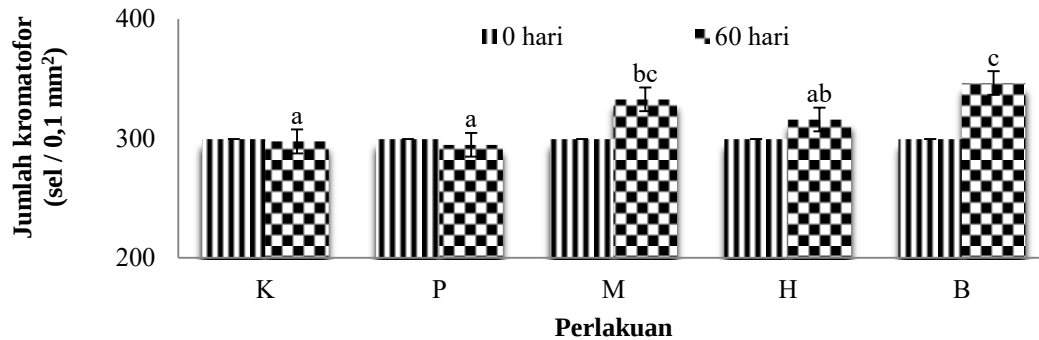
Tabel 2 Pertumbuhan yuwana ikan badut *Amphiprion percula*

Parameter (satuan)	Perlakuan				
	K	P	M	H	B
SR (%)	82,67±8,33a	86,67±6,11a	92,00±4,00a	86,67±8,33a	93,33±6,11a
LPS (% hari ⁻¹)	1,55±0,03a	1,54±0,05a	1,60±0,07a	1,61±0,02a	1,71±0,05b
B (g)	1,39±0,05a	1,37±0,06a	1,47±0,11a	1,49±0,05a	1,62±0,06b
P (cm)	1,27±0,03a	1,26±0,03a	1,32±0,08a	1,31±0,03a	1,41±0,05b
JKP (g)	44,19±3,00a	43,87±3,79a	47,20±4,58a	47,10±1,16a	51,27±3,41a
EP (%)	73,58±1,26a	74,41±1,23a	74,40±3,77a	74,88±2,55a	78,23±1,97a

Huruf yang berbeda yang mengikuti angka pada baris yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (uji lanjut Duncan $P < 0,05$). Nilai yang tertera merupakan nilai rata-rata dan simpangan baku. SR: sintasan, LPS: laju pertumbuhan spesifik, B: bobot, P: panjang, JKP: jumlah konsumsi pakan, EP: efisiensi pakan. K (kontrol dengan cahaya ruang), P (lampu LED putih), M (lampu LED merah), H (lampu LED hijau) dan B (lampu LED biru).

Jumlah kromatofor perlakuan B, M dan H pada hari ke 60 cenderung naik masing-masing sebesar 346 ± 10 sel/ $0,1 \text{ mm}^2$, 333 ± 25 sel/ $0,1 \text{ mm}^2$ dan 316 ± 7 sel/ $0,1 \text{ mm}^2$ terlihat

pada Gambar 3. Perlakuan B memiliki jumlah kromatofor yang berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan lainnya namun tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan M.



Keterangan: K (kontrol dengan cahaya ruang), P (lampu LED putih), M (lampu LED merah), H (lampu LED hijau) dan B (lampu LED biru). Huruf yang berbeda pada diagram menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (uji lanjut Duncan $P < 0,05$).

Gambar 3. Jumlah kromatofor yuwana ikan badut *Amphiprion percula*

Tabel 3 Pengukuran kualitas warna yuwana ikan badut *Amphiprion percula*

	Perlakuan				
	K	P	M	H	B
Nisbah warna merah pada RGB (%)					
0 hari (awal)					
Bagian dorsal	$63,67 \pm 1,34$	$63,67 \pm 1,34$	$63,67 \pm 1,34$	$63,67 \pm 1,34$	$63,67 \pm 1,34$
Bagian kaudal	$66,62 \pm 1,44$	$66,62 \pm 1,44$	$66,62 \pm 1,44$	$66,62 \pm 1,44$	$66,62 \pm 1,44$
Bagian anal	$69,83 \pm 1,25$	$69,83 \pm 1,25$	$69,83 \pm 1,25$	$69,83 \pm 1,25$	$69,83 \pm 1,25$
60 hari					
Bagian dorsal	$62,43 \pm 0,13a$	$62,61 \pm 0,09a$	$63,73 \pm 1,14ab$	$63,16 \pm 0,11a$	$64,59 \pm 1,00b$
Bagian kaudal	$65,08 \pm 1,30a$	$64,89 \pm 0,31a$	$66,76 \pm 1,52ab$	$66,15 \pm 0,47a$	$68,12 \pm 0,74b$
Bagian anal	$69,38 \pm 0,69a$	$69,65 \pm 1,88a$	$70,95 \pm 0,36ab$	$70,67 \pm 0,53a$	$72,56 \pm 0,20b$
Skor TCF					
0 hari (awal)					
Bagian dorsal	2	2	2	2	2
Bagian kaudal	2	2	2	2	2
Bagian anal	2	2	2	2	2
60 hari					
Bagian dorsal	2	2	3	3	3
Bagian kaudal	2	2	3	3	3
Bagian anal	2	2	3	2	3

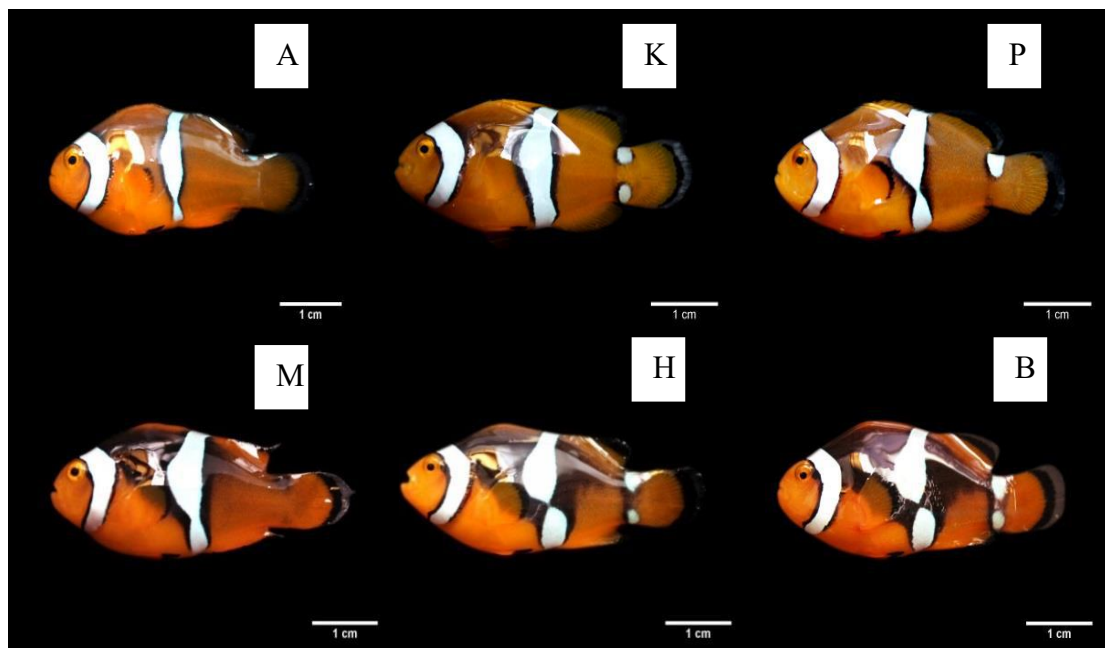
Huruf yang berbeda yang mengikuti angka pada baris yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (uji lanjut Duncan $P < 0,05$). Nilai yang tertera merupakan nilai rata-rata dan simpangan baku. K (kontrol dengan cahaya ruang), P (lampu LED putih), M (lampu LED merah), H (lampu LED hijau) dan B (lampu LED biru). Skor 1= kuning, skor 2= kuning kejinggaan, skor 3= jingga.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada hari ke 60 perlakuan spektrum cahaya LED memberikan nilai nisbah warna merah pada RGB ikan badut *Amphiprion percula* tertinggi pada perlakuan B terlihat pada Tabel 3 dengan persentase bagian dorsal sebesar $64,59 \pm 1,00$, kaudal sebesar $68,12 \pm 0,74$ dan anal sebesar $72,56 \pm 0,20$, namun tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan M bagian dorsal sebesar $63,73 \pm 1,14$, kaudal sebesar $66,76 \pm 1,52$ dan anal sebesar $70,95 \pm 0,36$.

Tabel 3 menunjukkan skor dalam TCF pada hari ke 60 perlakuan B dan M memberikan

warna ikan lebih baik pada bagian dorsal, kaudal dan anal dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Warna yang dicapai oleh ikan pada perlakuan B dan M adalah warna jingga (Skor 3). Hasil pengamatan secara visual kualitas warna yuwana ikan badut *Amphiprion percula* terlihat pada Gambar 4.

Parameter fisik kimiawi air yang diukur selama penelitian meliputi: suhu, oksigen terlarut, pH, salinitas, amonia dan nitrit. Hasil pengukuran beberapa parameter kualitas air tersebut terlihat pada Tabel 4 dari awal hingga akhir penelitian pada perlakuan spektrum cahaya LED.



Keterangan: A= ikan pada awal sebelum perlakuan, K= ikan pada kontrol cahaya ruang, P= ikan pada lampu LED putih, M= ikan pada lampu LED merah, H= ikan pada lampu LED hijau dan B= ikan pada lampu LED biru.

Gambar 4. Hasil pengamatan secara visual kualitas yuwana ikan badut *Amphiprion percula*

Tabel 4. Nilai parameter fisik kimiawi air pada setiap perlakuan selama pemeliharaan

Parameter	Perlakuan				
	K	P	M	B	H
Suhu (°C)	27,2-29,3	28,5-29,8	28,3-29,5	28,4-29,9	28,2-29,4
Oksigen terlarut (mg L ⁻¹)	4,84-5,90	4,69-6,07	4,49-5,63	4,60-5,76	4,80-5,94
pH	7,18-8,02	7,38-8,01	7,33-8,01	7,34-8,02	7,34-7,99
Salinitas (g L ⁻¹)	32-33	32-33	32-33	32-33	32-33
Amonia (mg L ⁻¹)	0,232-0,235	0,221-0,223	0,222-0,223	0,206-0,223	0,222-0,223
Nitrit (mg L ⁻¹)	0,075-0,078	0,075-0,078	0,075-0,078	0,076-0,078	0,075-0,078

Pembahasan

Respons stres merupakan respons fisiologis yang terjadi pada saat ikan memperbaiki homeostasis (Bonga 1997). Homeostasis adalah keadaan stabil yang dipertahankan melalui proses aktif melawan perubahan. Stres menyebabkan peningkatan sekresi kortisol (glukokortikoid), sehingga dapat meningkatkan produksi glukosa (Kadarini 2009). Glukosa yang tinggi akan disimpan oleh tubuh dalam bentuk glikogen melalui proses glikogenesis (Hamzah *et al.* 2012). Peningkatan kadar glukosa menyebabkan peningkatan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS) seperti superoksida (O₂⁻), radikal hidroksil (OH⁻), serta hidrogen peroksida (H₂O₂) (Permatasari *et al.* 2016). Produksi dan akumulasi ROS yang tidak dapat diatasi oleh ikan akan menyebabkan terjadinya stres oksidatif (Puteri 2016). Peningkatan ROS akan mengakibatkan terjadinya peroksidasi lipid, serta hasil peroksidasi lipid dalam bentuk peningkatan MDA (Monaghan *et al.* 2009). Hal yang sama juga diungkapkan oleh Valavanidis *et al.* (2006) bahwa peningkatan kadar glukosa menyebabkan peroksidasi lipid pada membran sel meningkat sehingga akan menghasilkan produk akhir berupa MDA.

Kadar glukosa pada hari ke 60 pemeliharaan yuwana ikan badut *Amphiprion percula* dengan perlakuan lampu LED, nilai terendah

pada perlakuan B. Kondisi yang sama dengan kadar MDA, nilai terendah pada perlakuan B. Kondisi demikian diduga penggunaan lampu LED biru memiliki nilai spektrum panjang gelombang yang relatif pendek dengan puncak panjang gelombang 458 nm. Nilai spektrum tersebut merupakan nilai yang efektif bagi yuwana ikan badut dalam menghambat stres oksidatif. Kondisi tersebut, kadar glukosa tidak mengalami peningkatan sehingga ROS dapat diatasi serta tidak terjadi peroksidasi lipid dalam bentuk peningkatan MDA. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Shin *et al.* (2011) dan Choi *et al.* (2012) bahwa kadar glukosa dan MDA terendah dengan penggunaan spektrum cahaya lampu LED biru.

Setiap spesies ikan memiliki kemampuan respons yang berbeda terhadap rangsangan spektrum cahaya lampu yang diterima. Menurut Oshima (2001) kemampuan respons tersebut terbagi menjadi dua respons yaitu respons primer dan respons sekunder. Respons primer dapat dikatakan sebagai *nonvisual response* yang artinya kromatofor merespons secara langsung, sedangkan respons sekunder yang bertindak adalah penglihatan visual dengan dikontrol oleh sistem saraf (Fingerman 1965). Penglihatan visual merupakan sensorik utama yang digunakan oleh ikan diurnal dalam aktivitas mencari makan. Kemampuan respons ikan terhadap

spektrum cahaya dipengaruhi oleh susunan sel fotoreseptor pada retina mata. Sel fotoreseptor terdiri atas kon dan rod. Kon merupakan sel kerucut yang bertanggung jawab pada penglihatan terang dan pembedaan warna, sedangkan rod merupakan sel batang yang bertanggung jawab pada penglihatan cahaya yang redup. Ikan *Amphiprion percula* memiliki *sensitive cones* pada warna RGB (Cronin *et al.* 2014). Oleh karena itu, ikan badut diduga memiliki sistem visual yang mampu mendapatkan makanan pada cahaya merah, hijau, dan biru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan B memiliki jumlah konsumsi pakan tertinggi. Nilai laju pertumbuhan spesifik, bobot, dan panjang juga tertinggi pada perlakuan B (Tabel 2). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Shin *et al.* (2012) pada masa pemeliharaan ikan *Amphiprion clarkii*, pertumbuhan terbaik juga pada perlakuan lampu LED biru. Hal tersebut diduga perlakuan B memiliki nilai kisaran panjang gelombang yang sama dengan kondisi alam yuwana ikan badut, serta seperti yang telah dikemukakan bahwa dengan perlakuan B terjadi penurunan kadar glukosa dan MDA. Pada kondisi demikian yuwana ikan badut dapat aktif mencari makan, sehingga memiliki pertumbuhan terbaik. Kondisi tersebut juga sejalan dengan hasil penelitian Villamizar *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa perlakuan lampu LED biru dengan panjang gelombang 435-500 nm memiliki pertumbuhan dan perkembangan larva ikan European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) terbaik dengan aktif mencari makan dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sintasan antarperlakuan menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan terlihat pada Tabel 2. Penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan lampu LED tidak memengaruhi sintasan yuwana ikan badut. Hal ini sejalan dengan

penelitian Aras *et al.* (2015) yang melaporkan bahwa perlakuan spektrum cahaya LED tidak berpengaruh nyata terhadap sintasan yuwana ikan botia.

Bagian tubuh ikan badut yang bewarna jingga merupakan hasil dari sel pigmen eritrofor dan xantofor (Hawkes 1974). Menurut Oshima (2001), panjang gelombang cahaya yang efektif bagi ikan yang memiliki sel pigmen eritrofor dan xantofor adalah panjang gelombang cahaya biru, hijau dan merah. Seperti yang telah dikemukakan sebelumnya bahwa respons primer terhadap cahaya yang artinya kromatofor merespons secara langsung. Kromatofor merupakan sel pigmen yang bertanggung jawab dalam perubahan warna pada berbagai spesies. Sel kromatofor yang terdapat pada ikan, antara lain melanofor untuk pigmentasi hitam atau coklat, xantofor untuk pigmentasi kuning, eritrofor untuk pigmentasi merah, leukofor untuk pigmentasi putih, iridofor untuk pigmentasi metalik dan berhubungan dengan perubahan warna, serta cyanofor untuk pigmentasi biru (Fujii 2000). Sel kromatofor terletak di bagian dermis, di lapisan atas, dan di lapisan bawah. Setiap spesies memiliki kapasitas warna yang dapat berubah dengan beberapa kombinasi sel kromatofor serta proporsi yang berbeda bertujuan untuk beradaptasi dengan lingkungan atau disebut dengan proses kamuflase (Tume *et al.* 2009). Cahaya merupakan salah satu faktor lingkungan yang dapat memengaruhi migrasi pola pigmen ikan (Kusumawati 2011). Hal serupa juga diutarakan oleh Evans *et al.* (2014), bahwa pergerakan sel pigmen yang disebabkan oleh spektrum cahaya pada media pemeliharaan dapat mengakibatkan perubahan warna. Ho *et al.* (2013) juga menyatakan bahwa perubahan kualitas warna ikan berhubungan dengan adanya sel pigmen atau

kromatofor yang terdapat pada lapisan epidermis. Perlakuan B dan M memberikan hasil kualitas warna serta jumlah kromatofor terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya terlihat pada Gambar 3. Kondisi demikian diduga berhubungan dengan jumlah pakan yang dimakan oleh ikan pada perlakuan B berbeda dibandingkan perlakuan lainnya, namun sama dengan perlakuan M dan H sehingga karotenoid sebagai pembentuk pigmen warna atau sel kromatofor yang tidak mampu disintesis dari tubuh ikan dan hanya terpenuhi dari pakan menjadi terpenuhi. Hal tersebut juga sejalan dengan Oshima (2001) bahwa pada pemaparan panjang gelombang cahaya biru dan merah terjadi agregasi atau penumpukan sel pigmen, sedangkan pada panjang gelombang hijau cenderung terdispersi.

Ikan badut dengan warna jingga merupakan ikan berpigmen eritrofor dan xantofor. Ikan dengan pigmen tersebut kurang efektif pada panjang gelombang cahaya putih dan cahaya ruang (kontrol) sehingga respons kromatofor dispersi (Oshima 2001). Perlakuan B dan M menghasilkan ikan dengan kualitas warna terbaik terlihat pada Tabel 3. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Kasai & Oshima (2006) bahwa kualitas warna terbaik pada cahaya panjang gelombang rendah biru dan panjang gelombang tinggi merah pada ikan neon tetra (*Paracheirodon innesi*). Hasil yang sama juga diperoleh Aras *et al.* (2015) yang membuktikan perlakuan cahaya LED merah (M) mampu meningkatkan penampilan warna merah pada ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) dengan peningkatan persentase warna merah pada komponen RGB.

Kualitas air selama pemeliharaan masih termasuk kondisi yang layak (Tabel 4). Kondisi demikian dikarenakan dilakukan penyiponan

setiap hari pada pagi dan sore hari. Nilai suhu di media pemeliharaan terukur berkisar antara 27-30°C. Nilai tersebut merupakan kisaran suhu air yang optimal untuk pemeliharaan ikan (Supriyono *et al.* 2010). Nilai oksigen terlarut hasil pengukuran berada di atas nilai yang disarankan yaitu di atas 4 mg L⁻¹ (Boyd 2003). Nilai pH pada semua perlakuan memiliki nilai pH berkisar antara 7-8,1. Kisaran nilai pH tersebut merupakan kisaran masih dalam batas toleransi untuk pertumbuhan dan sintasan ikan (Madinawati *et al.* 2009). Nilai salinitas yang terukur selama pemeliharaan yaitu sebesar 32-33 g L⁻¹. Nilai tersebut merupakan nilai salinitas yang optimal untuk pemeliharaan ikan (Lubis *et al.* 2013). Nilai nitrit yang terukur berkisar antara 0,075-0,078 mg L⁻¹. Nilai tersebut tidak membahayakan bagi ikan dikarenakan masih dalam batas toleransi untuk budidaya ikan yaitu kurang dari 0,1 mg L⁻¹ (Sawyer *et al.* 2003). Nilai amonia tidak membahayakan ikan karena kurang dari 0,3 mg L⁻¹ (Boyd & Tucker 1998).

Simpulan

Spektrum cahaya lampu LED biru menghasilkan pertumbuhan dan kualitas warna terbaik pada yuwana ikan badut .

Daftar pustaka

- Aras AK, Nirmala K, Soelistyowati DT, Sudarto. 2015. Manipulasi spektrum cahaya terhadap pertumbuhan dan kualitas warna yuwana ikan botia *Chromobotia macracanthus* (Bleeker, 1852). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 15(1): 45-55
- Barrier RA. 2017. Sustainable aquatics Clownfish. [Internet]. [diunduh pada 31 Agustus 2017]. Tersedia pada http://www.barrierreefaquariums.com/productcart/pc/Sustainable_Aquatis_Clownfish_c459.htm?pageStyle=h&ProdSort=19&page=2&idCategory=459&viewAll=yes

- Bonga SEW. 1997. The stress response in fish. *Physiologic Reviews*, 7(3): 591-625
- Boyd CE, Tucker CS. 1998. *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Springer Science+Business Media. New York (US): 700 p
- Boyd CE. 2003. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. *Aquaculture*, 226(1-4): 101–112
- Choi CY, Shin HS, Choi YJ, Kim NN, Lee J, Kil GS. 2012. Effect of LED light spectra on starvation-induced oxidative stress in the cinnamon clownfish *Amphiprion melanopus*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part A, 163(3-4): 357-363
- Cronin TW, Johnsen S, Marshall J, Warrant EJ. 2014. *Visual Ecology*. Princeton University Press. Oxford(UK): 405 p
- [DJPB] Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2017. *Statistik Produksi Budidaya Ikan Hias Indonesia*. Jakarta
- Evans DH, Claiborne JB, Currie S. 2014. *The Physiology of Fishes 4^{ed}*. CRC Press. New York (US). 441 p
- Fautin DG, Allen GR. 1992. Field guide to anemone fishes and their host sea anemones. [Internet]. [diunduh pada 31 Desember 2018]. Tersedia pada http://www.eqzotica.ucoz.ru/_ld/0/9_ANEMONES.pdf
- Fingerman M. 1965. Chromatophores. *Physiologic Reviews*, 45(2): 296-339
- Fujii R. 2000. The Regulation of motile activity in fish chromatophores. *Pigment Cell Research*, 13(5): 300-319
- Goddard S. 1996. *Feed Management in Intensive Aquaculture*. Chapman and Hall. New York (US): 194 p
- Gopakumar G. 2005. Marine ornamental fish culture status, constraints and potential. Ramamurthy S, Alagaraja K, Vivekanandan E, Mohanraj G, Sreenivasan PV, Rajagopalan S (Editor). *Proceedings. Ocean Life Food and Medicine Expo 2004*. India 27-29 February 2004. Aquaculture Foundation of India. pp. 347-359
- Gunawan BK. 2017. Manipulasi spektrum cahaya lampu LED terhadap respons fisiologis dan kinerja pertumbuhan ikan gurami strain Padang *Osphronemus gouramy* Lacepede. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 40 hlm
- Hamzah M, Suprayudi MA, Utomo NBP, Manalu W. 2012. Pertumbuhan dan daya tahan tubuh juvenil ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) yang diberi pakan dengan penambahan selenometionin. *Agriplus*, 22(3): 241-248
- Hawkes JW. 1974. The structure of fish skin II. The chromatophore unit. *Cell and Tissue Research*, 149(2): 159–172
- Ho ALFC, M Nicole, Bertran O, Lin J. 2013. Dietary esterified astaxanthin effects on dermal coloration and chromatophore physiology in Spinecheek Anemonefish, *Premnas biaculeatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 44(1): 76-85
- International Trade Centre. 2017. *Trade Statistics for International Business Development*. [Internet]. [diunduh pada 31 Agustus 2017]. Tersedia pada http://trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=1||||030119||6|1|1|2|2|1|2|1|1
- Johnston G. 2000. Effect of feeding regimen, temperature and stocking density on growth and survival of juvenile clownfish (*Amphiprion percula*). Thesis. Master of Science of Rhodes University. 90 p
- Johnston G, Kaiser H, Hecht T, Oellermann L. 2003. Effect of ration size and feeding frequency on growth, size distribution and survival of juvenile clownfish, *Amphiprion percula*. *Journal of Applied Ichthyology*, 19(1): 40-43
- Kadarini T. 2009. Pengaruh salinitas dan kalsium terhadap sintasan dan pertumbuhan benih ikan Balashark (*Balanthiocheilus melanopterus*) Tesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 83 hlm.
- Kasai A, Oshima N. 2006. Light-sensitive motile iridophores and visual pigments the neon tetra, *Paracheirodon innesi*. *Zoological Science*, 23(9): 815-819
- Kusumah RV, Cindelas S, Prasetyo AB. 2015. Keragaan warna ikan clown Biak (*Amphiprion percula*) populasi alam dan budidaya berdasarkan analisis gambar digital. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(3): 345-355
- Kusumawati D. 2011. Kajian gen pengkode pola pigmen dan profil protein pada ikan badut

- hitam (*Amphiprion percula*). Tesis. Universitas Brawijaya, Malang. 76 hlm
- Lubis MZ, Pujiyati S, Mujahid M. 2013. Pengaruh anemon (*Heteractis magnifica*) terhadap vitalitas ikan badut (*Amphiprion ocellaris*) untuk meminimalisasi penggunaan karang hidup pada akuarium laut buatan. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 4(2): 149-154
- Madinawati, Ndobe S, Gamgulu A. 2009. Pertumbuhan ikan kardinal banggai (*Pterapogon kauderni*) yang dipelihara pada salinitas yang berbeda dalam wadah terkontrol. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 8(2): 193-198
- Meilisza N. 2018. Kualitas warna, pertumbuhan, dan status kesehatan ikan rainbow kurumoi (*Melanotaenia parva*) dengan suplementasi karotenoid dalam pakan. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 133 hlm
- Migaud H, Cowan M, Taylor J, Ferguson HW. 2007. The effect of spectral composition and light intensity on melatonin, stress and retinal damage in postsmolt Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*, 270(1): 390-404
- Monaghan P, Mercalfe NB, Torres R. 2009. Oxidative stress as a mediator of life history trade-offs: mechanisms, measurements and interpretation (Review and Synthesis). *Ecology Letters*, 12(1): 75-92
- [NRC] National Research Council. 1983. Nutrient Requirement of Warmwater Fishes and Shellfishes. National Academy of Science. Washington DC (US): 102 p
- Oshima N, Yokozeki A. 1999. Direct control of pigment aggregation and dispersion in tilapia erythrophores by light. *Zoological Science*, 16(1): 51-54
- Oshima N. 2001. Direct reception of light by chromatophores of lower vertebrates. *Pigment Cell Research*, 14(5): 312-319
- Permatasari S, Utomo NBP, Nirmala K. 2016. Evaluasi vitamin E pada pakan terhadap penurunan nilai malondialdehid hati dan akumulasi logam timbal pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(3): 251-258
- Puteri ATED. 2016. Penambahan minyak cengkeh *Syzygium aromaticum* dalam pakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan status kesehatan ikan bawal *Colossoma macropomum*. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 35 hlm
- Ricker WE. 1979. Growth rates and models. In: Hoar WS, Randall DJ, Brett JR (Editor). *Fish Physiology*, volume VIII, Bioenergetics and growth, Academic Press. New York (US). pp. 677-743
- Rio DD, Stewart AJ, Pellegrini N. 2005. A review of recent studies on malondialdehyde as toxic molecule and biological marker of oxidative stress. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases*, 15(4): 316-328
- Saltwaterfish. 2017. Clownfish. [Internet]. [diunduh pada 31 Agustus 2017]. Tersedia pada <https://www.saltwaterfish.com/category-saltwater-fish-clownfish>
- Sawyer CN, McCarty PL, Parkin GF. 2003. *Chemistry for Environmental Engineering and Science 5th*. McGraw Hill Book Company. Tokyo. 752 p
- Sembiring SBM, Setiawati KM, Hutapea JH, Subamia W. 2013. Pewarisan pola warna ikan Klon Biak, *Amphiprion percula*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(2): 343-351
- Shin HS, Lee J, Choi CY. 2011. Effects of LED light spectra on oxidative stress and the protective role of melatonin in relation to the daily rhythm of the yellowtail clownfish, *Amphiprion clarkii*. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A*. 160(2): 221-228
- Shin HS, Lee J, Choi CY. 2012. Effect of LED light spectra on the growth of the yellowtail clownfish, *Amphiprion clarkii*. *Fisheries Science*, 78(3): 549-556
- Supriyono E, Budiayanti, Budiardi T. 2010. Respon fisiologi benih ikan kerapu macan *Epinephelus fuscoguttatus* terhadap penggunaan minyak sereh dalam transportasi tertutup dengan kepadatan tinggi. *Indonesian Journal of Marine Sciences*, 15(2): 103-112
- Takeuchi T. 1988. Laboratory Work Chemical Evaluation of Dietary Nutrients, In: Watanabe T (ed). *Fish Nutrition and Mariculture*. Department of Aquatic Bio-

- science, Tokyo University of Fisheries. pp. 179-225
- Tume RK, Sikes AL, Tabrett S, Smith DM. 2009. Effect of background colour on the distribution of astaxanthin in black tiger prawn (*Penaeus monodon*): Effective method for improvement of cooked colour. *Aquaculture*, 296(1-2): 129-135
- Valavanidis A, Vlahogianni T, Dassenakis M, Scoullou M. 2006. Molecular biomarkers of oxidative stress in aquatic organisms in relation to toxic environmental pollutants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 64(2): 178-189
- Villamizar N, Alcazar AG, Vazquez FJS. 2009. Effect of light spectrum and photoperiod on the growth, development and survival of European sea bass *Dicentrarchus labrax* larvae. *Aquaculture*, 292(1-2): 80-86
- Wabnitz C, Taylor M, Green E, Razak T. 2003. From Ocean to Aquarium. UNEP World Conservation Monitoring Centre. Cambridge (UK). 64 p
- Yasir I, Qin JG. 2009. Impact of background on color performance of false Clownfish, *Amphiprion ocellaris*, Cuvier. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(6): 724-734

Makanan dan kebiasaan makan ikan lemuru, *Sardinella lemuru* Bleeker, 1853 di perairan Selat Bali

[Food and feeding habit of Bali *Sardinella*, *Sardinella lemuru* Bleeker, 1853 in Bali Strait waters]

Nyoman Dati Pertami^{1,2}, M.F. Rahardjo³, Ario Damar³, I.W. Nurjaya⁴

¹Program Doktoral, Sekolah Pascasarjana IPB
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680

²Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD Bukit Jimbaran, Badung 80361
Email: dati_pertami@yahoo.co.id

³Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK IPB
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680

⁴Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK IPB
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680

Diterima: 10 Januari 2018; Disetujui: 12 Februari 2018

Abstrak

Ikan lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker, 1853) adalah salah satu tangkapan utama nelayan di sekitar Selat Bali. Beberapa faktor yang disinyalir menjadi penyebab turunnya produksi ikan ini adalah upaya tangkap yang tidak terkelola baik pada masa lalu dan belum adanya batas ukuran yang boleh ditangkap. Selain faktor penangkapan tersebut, faktor lingkungan juga diduga berperan, misalnya ketersediaan makanannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkapkan makanan dan kebiasaan makan ikan lemuru di perairan Selat Bali dan keterkaitannya dengan ketersediaan pakan alamnya di alam. Penelitian berlangsung selama 13 bulan, sejak Mei 2017-Mei 2018 di tiga area di perairan selat Bali, yaitu Pengambangan, Pekutatan, dan Yeh Leh. Organisme yang ditemukan di dalam saluran pencernaan ikan diidentifikasi hingga tingkat genera. Untuk kebiasaan makanan ikan, metode yang digunakan adalah Indeks Penting Relatif (IPR). Sementara itu, metode yang digunakan untuk menentukan makanan yang dipilih ikan adalah Indeks Pilihan Jenis Makanan. Berdasarkan nilai IPR, organisme makanan yang nilainya paling tinggi adalah dari kelas Cyanophyceae (*Trichodesmium*) dan Bacillariophyceae (*Nitzshia* dan *Chaetoceros*). Organisme yang paling banyak dimakan berubah-ubah bergantung kepada musim dan ukuran ikan. Plankton yang melimpah di perairan belum tentu ditemukan dalam jumlah yang banyak dalam saluran pencernaannya. Lemuru adalah ikan planktivora dan memilih makanannya.

Kata penting: makanan, kebiasaan makanan, planktivora, ikan lemuru, Selat Bali

Abstract

Bali *Sardinella* (*Sardinella lemuru* Bleeker, 1853) was the main catch for fishermen around the Bali Strait waters. The unwell management of the catch effort and the unavailable of allowable catch size were suspected as the factors which made this fish became rare to catch in the Bali Strait nowadays. In addition, environmental factors were also thought to play a role, for example, food availability. This study aimed to reveal the food and feeding habits of Bali *Sardinella* in Bali Strait waters and their connectivity to the availability of natural food in nature. This study was held for 13 months, from May 2017-May 2018 in three areas of the Bali Strait waters, namely Pengambangan, Pekutatan, and Yeh Leh. All food organisms found in the digestive tract were identified to genus level. Feeding habit of fish was examined by the index of relative importance (IRI). Meanwhile, the food selectivity was determined using the index of electivity. Based on the IRI, the food organisms with the highest value were Cyanophyceae (*Trichodesmium*) and Bacillariophyceae (*Nitzshia* and *Chaetoceros*). The main food was varied regarding on season and fish size. Plankton which is abundant in the waters was not always found in large quantities in the digestive tract. Bali *Sardinella* is planktivorous fish and selective for their food.

Keywords: food, feeding habit, planktivore, Bali sardinella, Bali Strait

Pendahuluan

Selat Bali merupakan perairan yang kaya kandungan nutrisi sehingga biomassa di dalam-

nya besar (Burhanuddin & Praseno 1982, Merta 1992). Selat Bali memiliki produktivitas biologi dan perikanan yang tinggi terutama perikanan pelagis kecil (Hendiarti *et al.* 2005, Susanto &

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: dati_pertami@yahoo.co.id

Marra 2005). Sumber daya ikan pelagis kecil di perairan Selat Bali terdiri atas berbagai jenis ikan, diantaranya tongkol (*Auxis* spp.), layang (*Decapterus* spp.), slengseng (*Scomber japonicus*), kenyar (*Sarda orientalis*), banyar (*Rastrelliger kanagurta*) dan jenis-jenis *Sardinella*. Merta (1992) melaporkan bahwa ikan yang dominan di perairan Selat Bali adalah lemuru (*Sardinella lemuru*).

Status perikanan lemuru Selat Bali telah mengalami lebih tangkap ditinjau dari aspek biologi dan ekonomi (Tinungki 2005, Wujdi 2013). Mulai periode tahun 2009, hasil tangkapan ikan yang pernah menjadi tangkapan utama di Selat Bali ini menurun (Wiyono 2012). Beberapa faktor yang disinyalir menjadi penyebab turunnya produksi ikan ini adalah upaya tangkap yang tidak terkelola baik pada masa lalu dan belum adanya batas ukuran ikan yang boleh ditangkap. Selain faktor penangkapan, faktor lingkungan juga berperan terhadap ketersediaan sumber daya ikan di suatu lokasi (Bruno *et al.* 2013).

Makanan adalah salah satu faktor penentu populasi, pertumbuhan, dan kondisi ikan (Effendie 2002). Famili Clupeidea, termasuk lemuru, secara umum merupakan ikan pemakan plankton dan memperoleh makanan dengan cara menyaring makanannya (Affandi 2009). Ikan Clupeidae memegang peran ekologis penting sebagai pemakan plankton (Bukit *et al.* 2017). Ikan lemuru memakan makhluk hidup yang tersuspensi di air dengan melewati air ke struktur penyaringnya (tapis insang) dengan makanan utama berupa copepoda (zooplankton) (Soerjodinoto 1960, Burhanuddin *et al.* 1984).

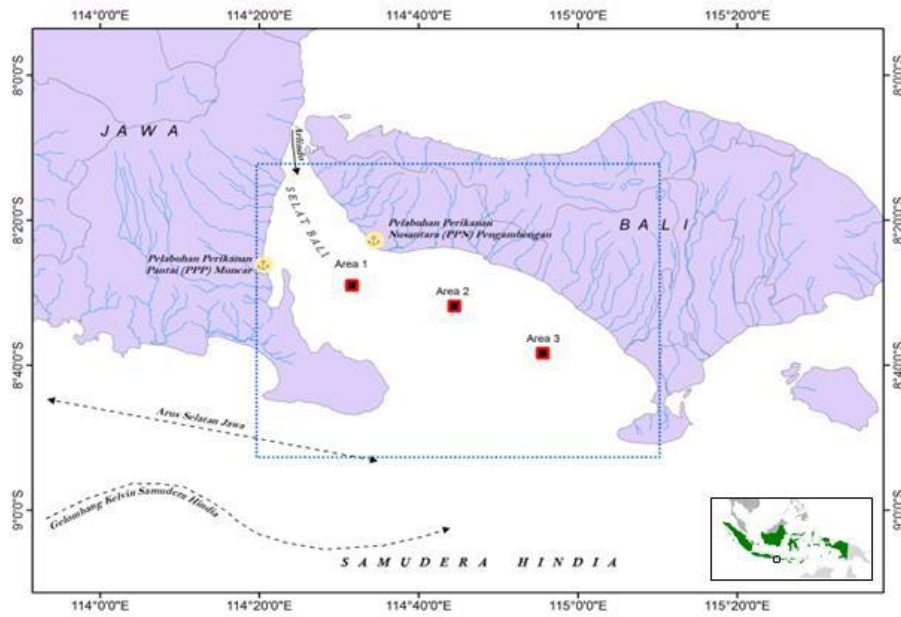
Beberapa dasawarsa setelahnya, Wudianto (2001) melaporkan bahwa fitoplankton ditemukan sebesar 43%, sementara copepoda hanya sebesar 27% dalam saluran pencernaan ikan lemuru.

Keterkaitan antara kelimpahan plankton dan ikan lemuru masih belum diketahui dengan jelas karena ketersediaan data plankton yang dilakukan dengan pengukuran langsung (*in situ*) masih sangat terbatas (Gaol *et al.* 2004). Selain itu, dalam lima tahun terakhir, tidak ditemukan adanya penelitian yang menganalisis makanan ikan lemuru selama musim paceklik ini. Kurangnya informasi terkait analisa makanan ikan lemuru yang melatarbelakangi penelitian ini dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkapkan makanan dan kebiasaan makan ikan lemuru di perairan Selat Bali serta keterkaitannya dengan ketersediaan pakan alaminya di alam.

Bahan dan metode

Waktu dan lokasi

Penelitian ini dilaksanakan selama 13 bulan, dari Mei 2017 hingga Mei 2018. Ikan lemuru diperoleh dari nelayan yang menangkap ikan di perairan Selat Bali di sekitar wilayah Pengambengan (Area 1), Pekutatan (Area 2), dan Yeh Leh (Area 3) (Gambar 1). Ikan contoh merupakan ikan yang ditangkap menggunakan pukot cincin dan jaring. Pukat cincin dikenal dengan nama lokal slerek. Ukuran mata jaring kantong pukot cincin adalah satu inci. Alat tangkap lain yang digunakan adalah jaring insang halus dengan ukuran mata jaring 2-2¼ inci.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel pada daerah penangkapan ikan lemuru di sekitar paparan Bali perairan Selat Bali.

Ikan lemuru diukur panjang totalnya hingga milimeter terdekat menggunakan penggaris berketelitian 1 mm. Bobot ikan ditimbang menggunakan timbangan digital berketelitian 0,1 gram. Ikan yang tertangkap dikelompokkan berdasarkan ukuran sesuai dengan Merta (1992), yaitu: 1) sempenit (berukuran < 11 cm), 2) protolan (berukuran 11-15 cm); 3) lemuru (berukuran 15-18 cm); dan 4) lemuru kucing (berukuran > 18 cm).

Ikan yang telah diukur dan ditimbang lalu dibedah untuk diambil saluran pencernaannya. Saluran pencernaan ikan lemuru dikeluarkan dari organ perut dan diawetkan menggunakan formalin dengan konsentrasi 5%. Saluran pencernaan tersebut dibawa ke Laboratorium Ekobiologi dan Konservasi Sumber Daya Perairan, Departemen MSP, FPIK IPB, untuk dianalisis makanan yang terdapat di dalamnya.

Makanan pada saluran pencernaan dikeluarkan dan jenisnya diidentifikasi sampai ke

tingkat genus menggunakan Yamaji (1979). Parameter yang dicatat untuk masing-masing organisme yang ditemukan meliputi jumlah, volume, dan frekuensi kejadiannya.

Analisis Data

Jenis makanan dalam lambung dianalisis menggunakan persamaan Indeks Penting Relatif (*Index of Relative Importance/IRI*) oleh Pinkas *et al.* (1971), yaitu:

$$IPR = (N + V) F$$

Keterangan: N= persentase jumlah satu macam makanan, V= persentase volume satu macam makanan, F= frekuensi kejadian satu macam makanan

Pembandingan sumber daya makanan yang ada dalam saluran pencernaan ikan dengan sumber daya yang ada dalam perairan dilakukan menggunakan indeks pilihan jenis makanan (*Index of Electivity*). Persamaan untuk menghitung indeks ini dikembangkan oleh Ivlev (1961).

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

Keterangan: E= indeks pilihan, r_i = persentase organisme ke-i yang dimakan, n_i = Persentase organisme ke-i di dalam perairan

Indeks pilihan makanan bernilai antara -1 hingga 1. Organisme makanan yang nilainya di bawah 0, berarti melimpah di perairan namun tidak banyak ditemukan di dalam saluran pencernaan ikan. Sebaliknya, semakin besar nilai indeks pilihan makanan, berarti organisme makanan tersebut tidak terlalu banyak di perairan namun banyak ditemukan di dalam saluran pencernaan.

Hasil

Ikan lemuru yang dikoleksi dari tiga lokasi sampling berjumlah 470 ekor. Sebagian diantaranya (313 ekor) dikelompokkan menurut ukuran dan bulan sampling, kemudian dibedah dan diambil saluran pencernaannya untuk diperiksa (Tabel 1).

Berdasarkan hasil analisis isi lambung ikan lemuru, ditemukan empat kelas fitoplankton dan 13 kelas zooplankton. Fitoplankton yang ditemukan di dalam saluran pencernaan

ikan lemuru di perairan Selat Bali meliputi kelas Bacillariophyceae (42 genera), Chrysophyceae (1 genus), Cyanophyceae (2 genera), dan Dinophyceae (7 genera). Sementara itu, zooplankton yang paling banyak ditemukan dalam saluran pencernaan ikan lemuru adalah kelas Malacostraca (17 genera), Ciliata (8 genera), Hexanuplia (5 genera), Maxillopoda (4 genera), dan kelas Gastropoda serta Rorifera yang masing-masing terdiri atas dua genera. Tujuh kelas zooplankton yang lainnya, masing-masing terdiri atas satu genus. Organisme yang ditemukan dalam saluran ikan lemuru berdasarkan kelompok kelas dan genus secara lengkap diuraikan dalam Tabel 2.

Total Nilai Indeks Penting Relatif (IPR) masing-masing organisme yang ditemukan dalam saluran pencernaan ikan lemuru di perairan Selat Bali sebesar 14.418 (Tabel 3). Terdapat 44 jenis organisme dengan nilai IPR yang sangat kecil (kurang dari 0,1) dan 32 jenis organisme dengan nilai IPR antara 0,1-10. *Trichodesmium* (Cyanophyceae) memiliki nilai IPR tertinggi dan diikuti oleh *Nitzschia* dan *Chaetoceros* dari kelas Bacillariophyceae. Untuk kelompok zooplankton, Copepoda adalah yang memiliki nilai

Tabel 1. Komposisi ukuran ikan lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) di perairan Selat Bali pada bulan Mei 2017-Mei 2018

Bulan	Tahun	Sempenit	Protolan	Lemuru	Lemuru Kucing	Total
Mei	2017			6		6
Juni	2017					0
Oktober	2017	4	7	3		14
November	2017	6	144	1	2	153
Desember	2017		77	7	1	85
Januari	2018		26	5	7	38
Februari	2018		1	2		3
April	2018			5	3	8
Mei	2018			6		6
TOTAL		10	255	35	13	313

IPR tertinggi. Terdapat 13 kelas zooplankton, di mana organisme yang paling banyak ditemukan dalam lambung ikan lemuru merupakan organisme dari kelas Malacostraca, Ciliata, Hexanauplia, dan Maxillopoda.

Perbandingan nilai IPR masing-masing jenis organisme berdasarkan bulan pengamatan dapat dilihat pada Gambar 2 yang menampilkan

sepuluh jenis organisme dengan nilai IPR tertinggi. Organisme dari Kelas Cyanophyceae dan Bacillariophyceae merupakan yang paling banyak dimakan oleh ikan lemuru setiap bulannya di perairan Selat Bali. *Nitzschia* dan *Trichodesmium*, secara bergantian, merupakan organisme yang dengan nilai IPR tertinggi.

Tabel 2. Organisme makanan ikan lemuru di perairan Selat Bali

Kelompok	Jenis Organisme
FITOPLANKTON	
Bacillariophyceae	<i>Achnanthes</i> , <i>Amphiprora</i> , <i>Amphora</i> , <i>Asterionella</i> , <i>Asterolampra</i> , <i>Bacillaria</i> , <i>Bacteriastrum</i> , <i>Biddulphia</i> , <i>Campylodiscus</i> , <i>Chaetoceros</i> , <i>Climacosphenia</i> , <i>Cocconeis</i> , <i>Coscinodiscus</i> , <i>Cyclotella</i> , <i>Cymbella</i> , <i>Detonula</i> , <i>Diatoma</i> , <i>Diploneis</i> , <i>Dytilum</i> , <i>Eucampia</i> , <i>Fragilaria</i> , <i>Gyrosigma</i> , <i>Halosphaera</i> , <i>Hemiaulus</i> , <i>Hemidiscus</i> , <i>Licmophora</i> , <i>Mastogloia</i> , <i>Melosira</i> , <i>Navicula</i> , <i>Nitzschia</i> , <i>Pelagothrix</i> , <i>Planktoniella</i> , <i>Pleurosigma</i> , <i>Rhizosolenia</i> , <i>Stephanopyxis</i> , <i>Streptotheca</i> , <i>Surirella</i> , <i>Tabelaria</i> , <i>Thalassionema</i> , <i>Thalassiosira</i> , <i>Thalassiotrix</i> , <i>Triceratium</i>
Chrysophyceae	<i>Dictyocha</i>
Cyanophyceae	<i>Rhabdonema</i> , <i>Trichodesmium</i>
Dinophyceae	<i>Ceratium</i> , <i>Dinophysis</i> , <i>Gonyaulax</i> , <i>Gymnodinium</i> , <i>Ornithocercus</i> , <i>Peridinium</i> , <i>Pyrocystis</i>
ZOOPLANKTON	
Branchiopoda	<i>Bosmina</i>
Ciliata	<i>Codonellopsis</i> , <i>Eutintinnus</i> , <i>Favella</i> , <i>Parafavella</i> , <i>Prorodon</i> , <i>Rhabdonella</i> , <i>Tintinnopsis</i> , <i>Undella</i>
Dalyelliidae	<i>Sergia</i>
Eurotatoria	<i>Synchaeta</i>
Gastropoda	<i>Amphorella</i> , <i>Creseis</i>
Hexanauplia	<i>Calanopia</i> , <i>Euchaeta</i> , <i>Euchirella</i> , <i>Labidocera</i> , <i>Tigriopus</i>
Malacostraca	<i>Acartia</i> , <i>Balanus</i> , <i>Calanus</i> , <i>Centropages</i> , <i>Conchoecia</i> , <i>Corycaeus</i> , <i>Evadne</i> , <i>Macrosetella</i> , <i>Microsetella</i> , <i>Mysis</i> , <i>Nauplius</i> , <i>Oithona</i> , <i>Oncaea</i> , <i>Phronima</i> , <i>Podon</i> , <i>Sapphirina</i> , <i>Temora</i>
Maxillopoda	<i>Copilia</i> , <i>Cyclops</i> , <i>Kopepoda</i> , <i>Sacculina</i>
Polychaeta	<i>Polychaeta</i>
Polycystina	<i>Sphaerozoum</i>
Rotifera	<i>Brachionus</i> , <i>Notholca</i>
Tentaculata	<i>Cestum</i>
Thaliacea	<i>Salpa</i>

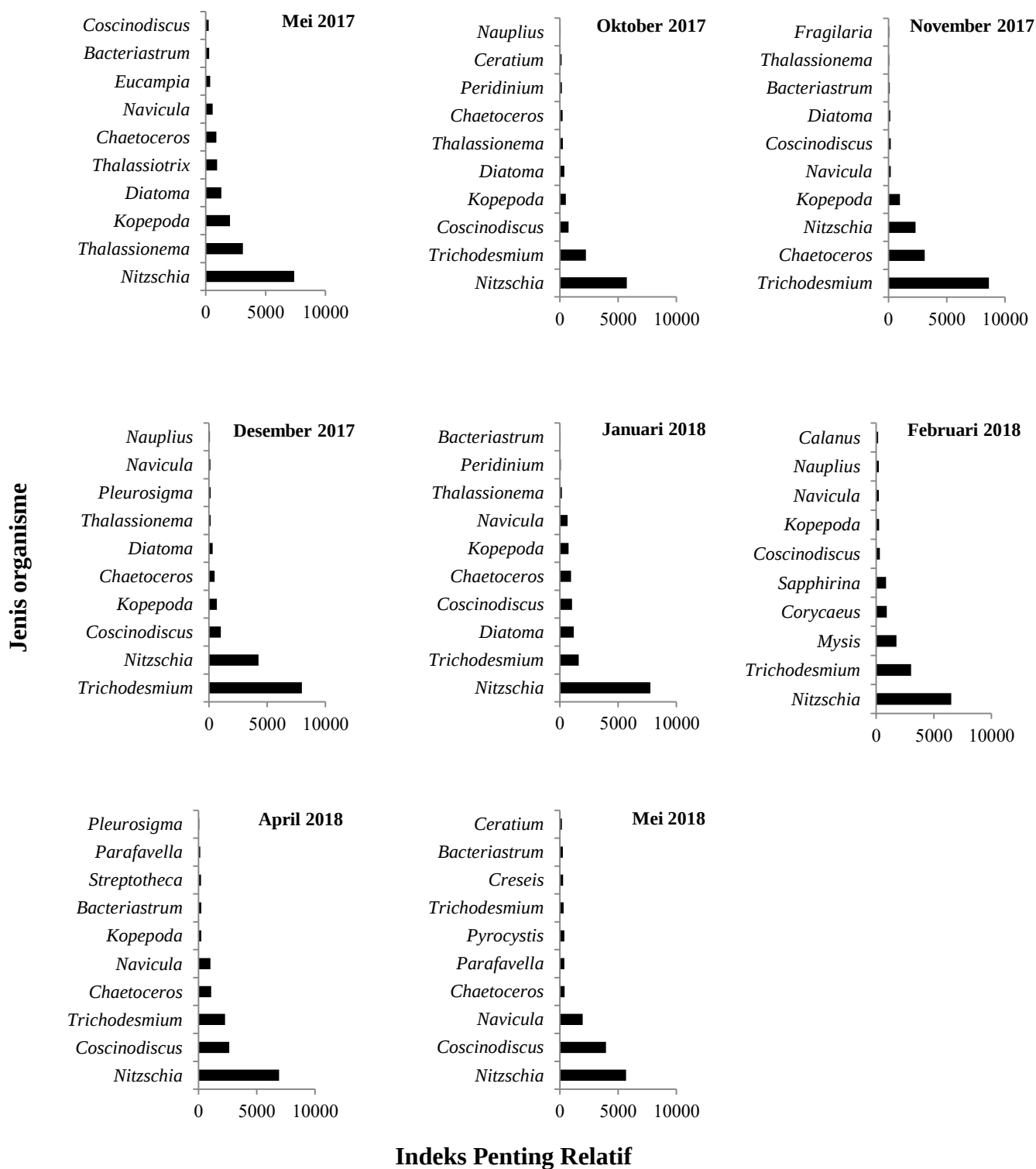
Tabel 3. Nilai Indeks Penting Relatif makanan ikan lemuru di perairan Selat Bali

No	Organisme	Indeks Penting Relatif
1	<i>Trichodesmium</i>	6.981
2	<i>Nitzschia</i>	3.445
3	<i>Chaetoceros</i>	1.752
4	Copepoda	852
5	<i>Coscinodiscus</i>	459
6	<i>Diatoma</i>	275
7	<i>Navicula</i>	208
8	<i>Thalassionema</i>	132
9	<i>Bacteriastrum</i>	53
10	<i>Nauplius</i>	42
11	<i>Fragilaria</i>	41
12	<i>Pleurosigma</i>	38
13	<i>Ceratium</i>	26
14	<i>Thalassiotrix</i>	22
15	<i>Eucampia</i>	16
16	<i>Peridinium</i>	14
17	Lainnya	59
TOTAL		14.418

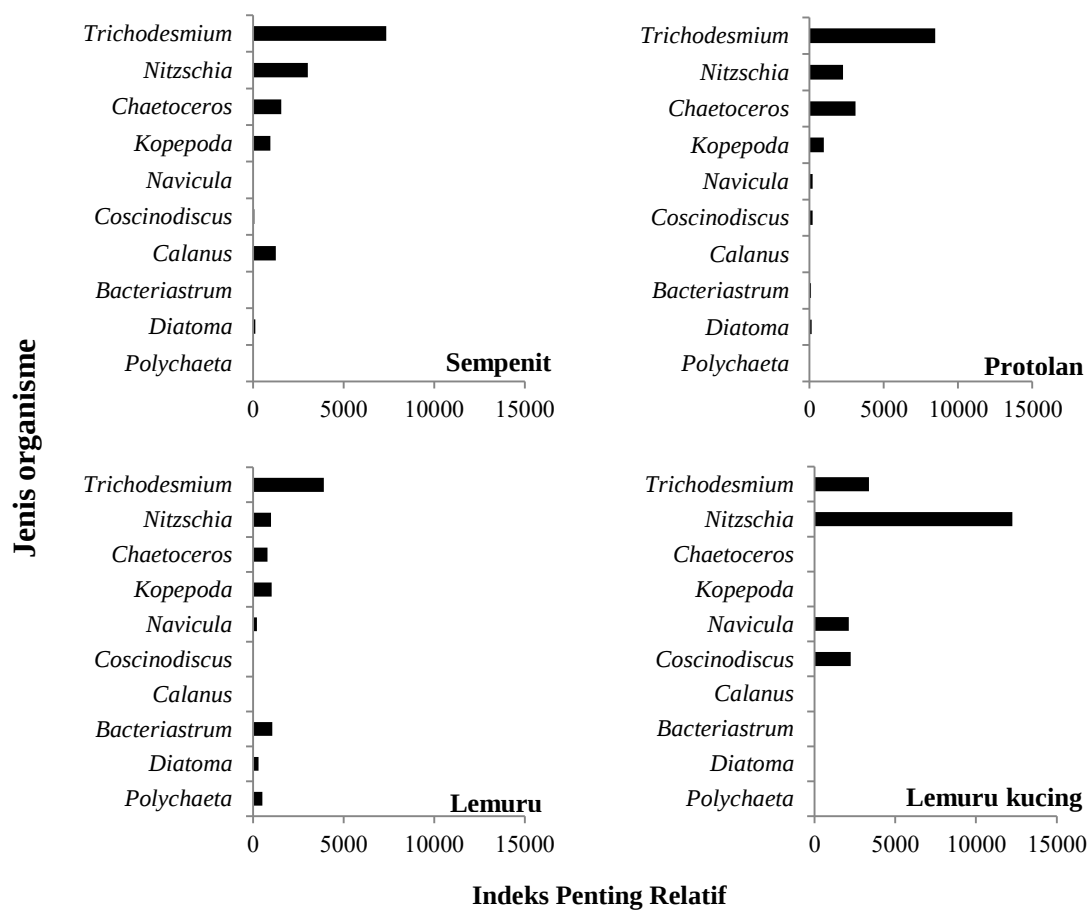
Berdasarkan ukuran panjangnya, ikan lemuru dikelompokkan dalam empat kelompok ukuran. Tiap-tiap kelompok diketahui memiliki urutan organisme yang berbeda dalam penyusunan proporsi nilai IPR makanannya. Isi lambung kelompok ukuran ikan sempenit, protolan, dan lemuru, lebih banyak ditemukan jenis *Trichodesmium* (Cyanophyceae), sedangkan kelompok ukuran lemuru kucing paling banyak jenis *Nitzschia* (Bacillariophyceae) (Gambar 3).

Saat masih sempenit, *Trichodesmium* (Cyanophyceae) adalah organisme dengan nilai

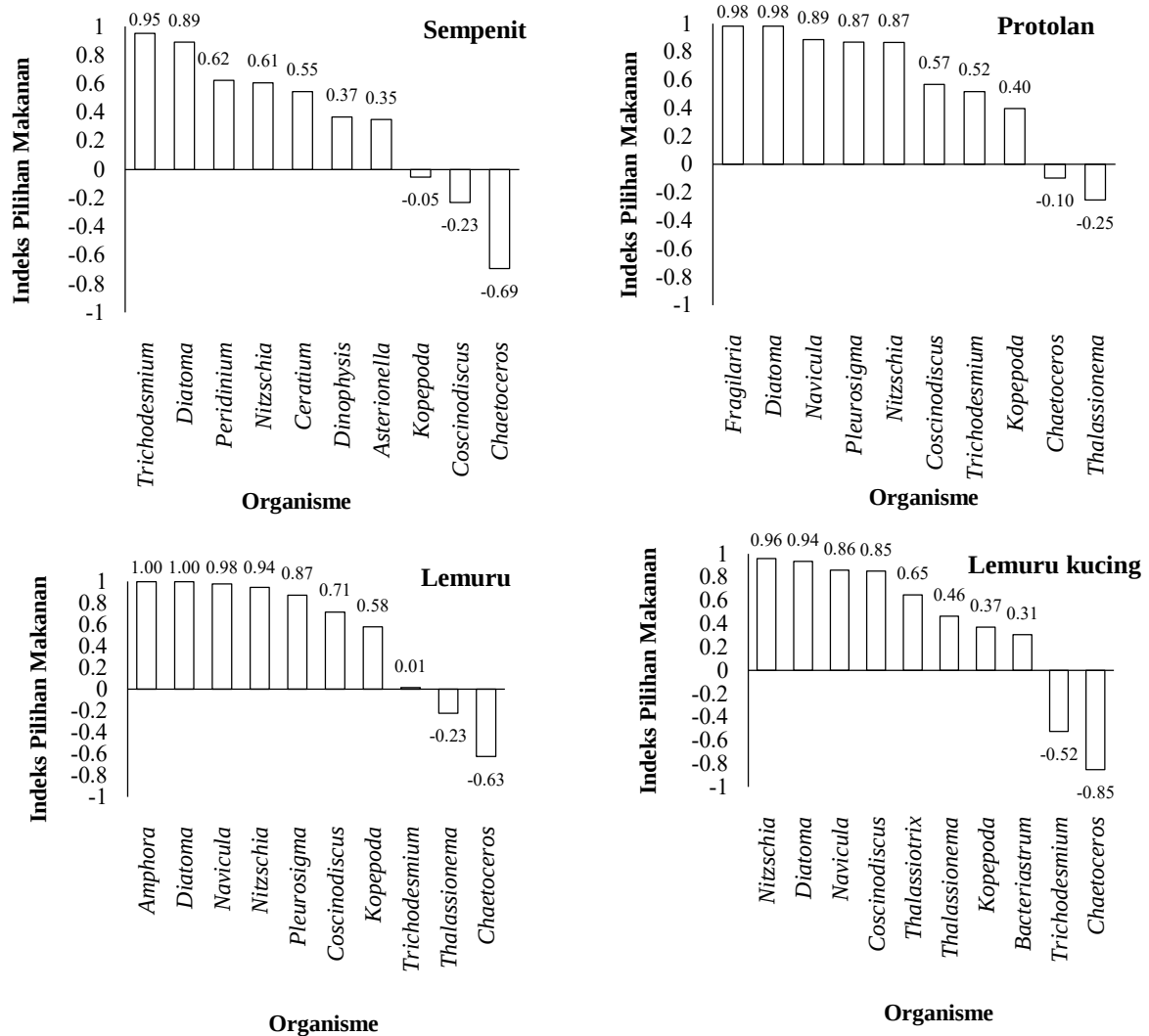
Indeks Pilihan Makanan yang paling besar (Gambar 4). Seiring dengan semakin besarnya ikan, nilai Indeks Pilihan Makanan untuk *Trichodesmium* mengecil. Nilai yang paling besar adalah kelas Bacillariophyceae, yaitu *Fragilaria* saat protolan; *Amphora* saat lemuru, dan *Nitzschia* saat lemuru kucing. Organisme makanan yang menjadi pilihan berbeda-beda bergantung kepada ukuran ikan lemuru. *Chaetoceros* merupakan salah satu organisme dengan nilai Indeks Pilihan Makanan yang paling kecil pada seluruh kelompok ukuran.



Gambar 2. Nilai Indeks Penting Relatif makanan ikan lemuru berdasarkan bulan pengamatan



Gambar 3. Nilai Indeks Penting Relatif makanan ikan lemuru berdasarkan kelompok ukuran



Gambar 4. Indeks pilihan makanan ikan lemuru berdasarkan kelompok ukuran

Pembahasan

Ditinjau dari aspek biologi dan ekonominya, perikanan lemuru Selat Bali diprediksi telah terjadi tangkap lebih (Tinungki 2005). Hal senada juga terlihat pada beberapa penelitian yang dilakukan di Selat Bali oleh Wiyono (2012), DKP Kabupaten Banyuwangi (2014), dan DKP Kabupaten Jembrana (2015) yang menyatakan adanya penurunan hasil tangkapan *Sardinella lemuru*. Hal inilah yang mengakibatkan sulitnya sampel ikan lemuru diperoleh untuk kajian ini. Jumlah ikan lemuru yang ter-

tangkap di bulan November 2017 mencapai jumlah maksimal dan semakin berkurang sampai bulan Januari 2018 (Tabel 1). Hasil tangkapan ikan lemuru di perairan Selat Bali setelah bulan Januari menurun drastis. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa di Selat Bali hingga saat ini masih “paceklik” ikan lemuru.

Bacillariophyceae merupakan fitoplankton dengan jumlah genera paling banyak (42 genera) yang ditemukan dalam lambung *Sardinella lemuru* di perairan Selat Bali. Fitoplankton yang paling tahan terhadap perubahan salinitas adalah

kelas Bacillariophyceae, sehingga densitasnya menjadi lebih besar apabila dibandingkan dengan kelas yang lainnya (Nybakken 1992, Baytut 2013). Burhanuddin *et al.* 1984 dan Pradini *et al.* 2001 menyatakan bahwa makanan utama ikan lemuru berupa fitoplankton (Bacillariophyceae, Dinophyceae, dan Diatom) dan sebagian zooplankton, terutama copepoda.

Nilai IPR makanan ikan lemuru secara berurutan dari yang paling besar adalah Cyanophyceae (*Trichodesmium*), Bacillariophyceae (*Nitzschia*, *Chaetoceros*), Maxillopoda (copepoda). Hasil ini berbeda dari nilai IPR terbesar pada ikan dari famili Clupeidae lain (*A. chacunda*, *D. elopsoides*, *H. kelee*, *S. fimbriata*, dan *S. gibbosa*) di Teluk Pabean, Indramayu (Bukit *et al.* 2017) dan ikan tembang di Teluk Kendari (Asriyana *et al.* 2004) yang adalah Bacillariophyceae.

Ditinjau dari bulan pengamatan (Gambar 2), terlihat bahwa terdapat perubahan pada jenis organisme utama yang dimakan oleh ikan lemuru di masing-masing bulan pengamatan. Bulan Mei dan Oktober, makanan utama lemuru adalah Bacillariophyceae (*Nitzschia*), sedangkan di bulan November-Desember lebih banyak memakan Cyanophyceae (*Trichodesmium*). *Trichodesmium* merupakan jenis plankton yang masih dapat ditemukan pada kondisi perairan oligotropik (Bergman 2013). Tidak terjadinya fenomena *upwelling* pada bulan tersebut diduga menjadi penyebab rendahnya produktivitas primer di perairan Selat Bali, sehingga hanya jenis plankton tertentu yang dapat bertahan dan akan menjadi sumber makanan utama bagi ikan (Sihombing *et al.* 2018).

Bacillariophyceae (*Nitzschia*) kembali menjadi makanan utama ikan lemuru di perairan Selat Bali pada bulan Januari-Februari dan

April-Mei. Berdasarkan musim, saat akhir musim peralihan menuju awal musim barat, makanan utama ikan lemuru di Selat Bali lebih banyak dari genus *Trichodesmium*. Genus ini merupakan salah satu cyanobacteria laut yang merupakan penyumbang utama fiksasi nitrogen lautan (Bergman *et al.* 2013). Secara ekologis, kontribusi substansial genus cyanobacterial diazotrophic *Trichodesmium* sangat penting, dihubungkan dengan keberadaan nitrogen di ekosistem laut secara global (Bergman *et al.* 2013). Diazotrophs adalah bakteri yang memperbaiki gas nitrogen atmosfer menjadi bentuk yang lebih bermanfaat seperti amonia (Postgate 1998, Puri *et al.* 2015, Puri *et al.* 2016, Puri *et al.* 2016^b, Padda *et al.* 2016, Padda *et al.* 2016^b).

Makanan ikan lemuru dinyatakan berubah sesuai dengan perubahan kelompok ukuran (Pradini *et al.* 2001). Berdasarkan kelompok ukuran ikan, makanan utama ikan lemuru pada bulan November dari kelompok ikan ukuran sempenit, protolan, dan lemuru adalah *Trichodesmium*, sedangkan lemuru kucing adalah *Nitzschia*. Berubahnya jenis makanan terkait ukuran tubuh ikan pada kelompok sarden juga pernah dilaporkan oleh Bukit *et al.* (2017) bahwa komposisi maksimal jenis makanan utama ikan *S. fimbriata* dan *S. gibbosa* di Teluk Pabean, Indramayu mengalami perubahan, seiring bertambahnya ukuran tubuh ikan, yaitu pada fase juwana memakan zooplankton dan saat dewasa memakan fitoplankton. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Sulistiono *et al.* (2010), ikan tembang (*Clupea fimbriata*) di perairan Ujung Pakah, Jawa Timur mengalami perubahan komposisi jenis makanan seiring bertambahnya ukuran tubuh ikan.

Pradini *et al.* (2001) menyatakan bahwa makanan utama ikan lemuru di Selat Bali dari

perairan Muncar, Banyuwangi, untuk kelompok ukuran protolan adalah *Pleurosigma* sp, sedangkan kelompok ukuran lemuru dan lemuru kucing memakan *Coscinodiscus*. Himelda et al. (2011) lebih lanjut menambahkan bahwa ikan lemuru saat berukuran sempenit memiliki kecenderungan memakan fitoplankton sebaliknya, ukuran yang lainnya memakan zooplankton. Pada penelitian ini, selain ukuran lemuru kucing, makanan ikan lemuru yang paling banyak adalah dari Kelas Cyanophyceae. Berubahnya jenis makanan yang dikonsumsi oleh ikan lemuru dari tahun-tahun sebelumnya diduga berkaitan dengan perubahan kondisi lingkungan di perairan Selat Bali.

Setyadji & Priatna (2011) menyatakan bahwa ketersediaan makanan di perairan, khususnya plankton menjadi sangat penting. Meski demikian, plankton yang melimpah di perairan belum tentu ditemukan dalam jumlah yang banyak dalam saluran pencernaan ikan (Mondal & Mitra 2016, Mondal et al. 2017). Berdasarkan Indeks Pemilihan Makanan ikan lemuru, diketahui bahwa keberadaan *Trichodesmium* di dalam lambung ikan lemuru berangsur-angsur berkurang seiring dengan bertambahnya ukuran. Berbeda dengan *Chaetoceros* yang meskipun melimpah di perairan, namun tidak menjadi pilihan makanan ikan lemuru pada semua kelompok ukuran.

Simpulan

Ikan lemuru adalah ikan planktivora. Makanan utamanya berupa fitoplankton dari kelas Cyanophyceae dan Bacillariophyceae. Jenis organisme yang paling banyak dimakan berubah-ubah bergantung kepada musim dan ukurannya. Ikan lemuru melakukan pemilihan makanan.

Daftar Pustaka

- Affandi R, Sjafai DS, Rahardjo MF, Sulistiono. 2009. *Fisiologi Ikan. Pencernaan dan Penyerapan makanan*. IPB Press. Bogor. 240 halaman.
- Asriyana, Sulistiono, Rahardjo MF. 2004. Kebiasaan makanan ikan tembang, *Sardinella fimbriata* Val. (Fam. Clupeidae) di perairan Teluk Kendari, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 4(1): 43-50.
- Bergman B, Sandh G, Lin S, Larsson J, Carpenter EJ. 2013. *Trichodesmium*: a widespread marine cyanobacterium with unusual nitrogen fixation properties. *FEMS Microbiology Reviews*, 37(3): 286-302 .
- Bruno DO, Barbini SA, de Astarloa JMD, Martos P. 2013. Fish abundance and distribution patterns related to environmental factors in a choked temperate coastal lagoon (Argentina). *Brazilian Journal of Oceanography*, 61(1): 43-53.
- Bukit Sonia TAK, Affandi R, Simanjuntak CPH. 2017. Makanan ikan famili Clupeidae di Teluk Pabean, Indramayu. *Prosiding Simposium Nasional Ikan dan Perikanan*. Jilid 1. Bogor 12-13 September 2017. Masyarakat Iktiologi Indonesia. Bogor. pp. 295-301.
- Burhanuddin, Praseno D. 1982. Lingkungan Perairan Selat Bali. *Prosiding Seminar Perikanan Lemuru*. Buku II. Banyuwangi 18-21 Januari 1982. Puslitbangkan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta. pp: 27-36.
- Burhanuddin M, Hutomo S, Martosejowo, Moeljanto R. 1984. *Sumberdaya Ikan Lemuru. Proyek Studi Sumber Daya Alam Indonesia. Studi Potensi Sumber Daya Hayati Ikan*. Lembaga Oseanografi Nasional-LIPI. Jakarta. 70 halaman.
- Baytut Ö. 2013. A study on the phylogeny and phylogeography of a marine cosmopolite diatom from the southern Black Sea. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 42(4): 406-411.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Banyuwangi. 2014. *Laporan Tahunan Kabupaten Banyuwangi Tahun 2014*. Pemerintah Kabupaten Banyuwangi-Jawa Timur.

- Dinas Kelautan, Perikanan, dan Kehutanan Kabupaten Jembrana. 2015. *Profil Dinas Tahun 2015*. Pemerintah Kabupaten (Pemkab) Jembrana-Bali.
- Effendie MI. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 163 hlm.
- Gaol L, Wudianto J, Pasaribu BP, Manurung D, Endriani R. 2004. The fluctuation of chlorophyll-a concentration derived from satellite imagery and catch of oily sardine (*Sardinella lemuru*) in Bali Strait. *International Journal of Remote Sensing and Earth Science*, 1(1): 24 - 50.
- Hendiarti N, Suwarso E, Aldrian, Amri K, Andiasuti R, Sachoemar S, Wahyono IB. 2005. Seasonal variation of pelagis fish catch around Java. *Oceanography*. 18(4): 112-123.
- Himelda, Wiyono ES, Purbayanto A, Mustarudin. 2011. Analisis sumberdaya perikanan lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) di Selat Bali. *Marine Fisheries*, 2(2): 166-176.
- Ivlev VS. 1961. *Experimental ecology of the feeding of fishes*. Yale University. London. 302 p.
- Merta IGS. 1992. Dinamika populasi ikan lemuru, *Sardinella lemuru* Bleeker 1853 (Pisces: Clupeidae) di perairan Selat Bali dan alternatif pengelolaannya. *Disertasi*. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 201 halaman.
- Mondal A, Mitra A. 2016. Growth, food and feeding habit with prey preference of long whiskered catfish, *Mystus gulio* (Hamilton, 1822) in brackishwater traditional impoundments of Sundarban, India. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 4(6): 49-58.
- Mondal A, Chakravorty D, Mandal S, Bhattacharyya SB, Mitra A. 2015. Feeding ecology and prey preference of grey mullet, *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) in extensive brackish water farming system. *Journal of Marine Science Research & Development*. 6(1): 1-5.
- Nybakken JW. 1992. *Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis*. Terjemahan: *Marine Biology: An Ecological Approach*. Alih Bahasa: Eidman M, Koesoebiono, Bengen DG. dan Hutomo M. Gramedia. Jakarta. 459 hlm.
- Padda KP, Puri A, Chanway CP. 2016. Effect of GFP tagging of *Paenibacillus polymyxa* P2b-2R on its ability to promote growth of canola and tomato seedlings. *Biology and Fertility of Soils*, 52(3): 377-387.
- Padda KP, Puri A, Chanway CP. 2016^b. Plant growth promotion and nitrogen fixation in canola by an endophytic strain of *Paenibacillus polymyxa* and its GFP-tagged derivative in a long-term study. *Botany*, 94(12): 1209-1217.
- Pinkas L, Oliphant MS, Iverson ILK.. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Fish Bulletin* 152. 105 p.
- Postgate J. 1998. *Nitrogen Fixation*. 3rd Edition. Cambridge University Press. Cambridge. UK. 124 p.
- Pradini S, Rahardjo MF, Kaswadji R. 2001. Kebiasaan makanan ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) di Perairan Muncar, Banyuwangi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 1(1): 41-45.
- Puri A, Padda KP, Chanway CP. 2015. Can a diazotrophic endophyte originally isolated from lodgepole pine colonize an agricultural crop (corn) and promote its growth? *Soil Biology and Biochemistry*, 89(10): 210-216.
- Puri A, Padda KP, Chanway CP. 2016. Evidence of nitrogen fixation and growth promotion in canola (*Brassica napus* L.) by an endophytic diazotroph *Paenibacillus polymyxa* P2b-2R. *Biology and Fertility of Soils*, 52(1): 119-125.
- Puri A, Padda KP, Chanway CP. 2016^b. Seedling growth promotion and nitrogen fixation by a bacterial endophyte *Paenibacillus polymyxa* P2b-2R and its GFP derivative in corn in a long-term trial. *Symbiosis*, 69(2): 123-129.
- Setyadji B, Priatna A. 2011. Distribusi spasial dan temporal plankton di perairan Teluk Tomini, Sulawesi. *Bawal*, 3(6): 387-395.
- Sihombing HP, Hendrawan IG, Suteja Y. 2018. Analisis hubungan kelimpahan plankton di permukaan terhadap hasil tangkapan ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) di Selat Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 4(1): 151-161.

- Soerjodinoto. 1960. Synopsis of Biological data on Lemuru, *Clupea (Harengula) longiceps* (C.V.). *FAO Fish. Biological Synopsis*, (15): 313-328.
- Sulistiono, Robiyanto M, Brodjo M, Simanjuntak CPH. 2010. Studi makanan ikan tembang (*Clupea fimbriata*) di perairan Ujung Pangkah, Jawa Timur. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 9(1): 38-45.
- Susanto RD, Marra J. 2005. Effect or the 1997/1998 El Nino on chlorophyll-a variability along the southeast coasts of Java and Sumatra. *Oceanography*, 18(4): 124-127.
- Tinungki GM. 2005. Evaluasi model produksi surplus dalam menduga hasil tangkapan maksimum lestari untuk menunjang kebijakan pengelolaan perikanan lemuru di Selat Bali. *Disertasi*. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 196 halaman.
- Wiyono ES. 2012. Analisis efisiensi teknis penangkapan ikan menggunakan alat tangkap purse seine di Muncar, Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 22 (3): 164-172.
- Wudianto. 2001. Analisis sebaran dan kelimpahan ikan lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) di Perairan Selat Bali: Kaitannya dengan optimalisasi penangkapan. *Disertasi*. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 221 halaman.
- Wujdi A. 2013. Beberapa parameter populasi ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) di perairan Selat Bali. *Bawal*, 16 (2): 211-218.
- Yamaji I. 1979. *Illustrations of the Marine Plankton of Japan*. Enlarged & Revised Edition. Hoikusha Publishing Co. Ltd. Japan. 537 p.

Pertumbuhan dan sintasan ikan nila, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) pada sistem akuaponik dengan padat tanaman vetiver (*Vetiveria zizanioides* L. Nash) yang berbeda

[The growth and survival rate of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) in the aquaponic system with different vetiver (*Vetiveria zizanioides* L. Nash) plant density]

Widyatmoko*, Hefni Effendi**, Niken TM Pratiwi*

* Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

**) Pusat Penelitian Lingkungan Hidup, Institut Pertanian Bogor

Diterima: 14 Desember 2017; Disetujui: 12 Februari 2019

Abstrak

Budi daya ikan nila dengan sistem akuaponik merupakan sistem budi daya yang dapat menghemat penggunaan lahan dan meningkatkan efisiensi pemanfaatan hara dari sisa pakan serta metabolisme ikan oleh tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh padat tanaman yang berbeda terhadap pertumbuhan, sintasan dan perbandingan panjang dan bobot ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem akuaponik dengan padat tanaman yang berbeda. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan tiga perlakuan dan tiga kali ulangan dengan tingkat kepadatan vetiver yang diuji dalam penelitian ini adalah 400 g, 800 g dan tanpa vetiver. Ikan yang digunakan adalah ikan nila dengan bobot 14 g, panjang rata-rata 8-9 cm, dan dipelihara selama 42 hari. Parameter yang diamati adalah pertumbuhan bobot, hubungan panjang-bobot, pertambahan panjang dan sintasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan tanaman vetiver 800 g dengan pertambahan bobot sebesar 19 g, pertambahan panjang sebesar 2,64 cm dan sintasan ikan sebesar 100±0,00 %. Nilai terendah terdapat pada kontrol. Penggunaan sistem akuaponik pada pemeliharaan ikan nila dengan perlakuan vetiver dan kontrol berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap pertambahan bobot, pertambahan panjang, dan sintasan ikan nila. Kualitas air pada semua perlakuan secara umum menggambarkan kisaran yang masih berada dalam batas toleransi dan tidak membahayakan bagi pertumbuhan ikan nila.

Kata penting : akuaponik, vetiver, *Oreochromis niloticus*, pertumbuhan, sintasan

Abstract

Tilapia fish farming with the aquaponic is a system of cultivation that can save land use and increase the efficiency of nutrient utilization of residual feed and fish metabolism by the plant. This research aimed to analyze the influence of different plant densities on growth, survival and the comparison of length and weight of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in aquaponic system with dense plant. The experimental design used was Completely Randomized Design in time with three treatments and three replications with the level of density of vetiver (*Vetiveria zizanioides*) tested in this study was 400 g, 800 g and without vetiver. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) was used with weight of 14 g, average length of 8-9 cm, and the experiment lasted for 42 days. The observed parameters were the growth of length and weight, length-weight relationship, and the survival rate. The results showed that the highest increase was in the treatment of 800 g vetiver plants with the growth of 19 g, the length increase of 2.64 cm and the survival rate of 100 ± 0.00 %. The lowest value was in the control. The use of aquaponic system in nile tilapia management with vetiver and control treatment had significant effect ($P < 0.05$) on weight gain, length increase, and survival rate of tilapia. Water quality in all treatments generally reflected a range within tolerable limits and not harmful to tilapia growth.

Keyword : aquaponic, Vetiver, *Oreochromis niloticus*, growth, survival rate

Pendahuluan

Pemanfaatan tumbuhan sebagai pengolah limbah budi daya perikanan sudah banyak diaplikasikan. Beberapa metode pengolahan limbah budi daya saat ini mulai dikembangkan dengan

sistem akuaponik. Sistem akuaponik merupakan penggabungan akuakultur dan hidroponik (Bakui & Shehu 2014, Goddek *et al.* 2015, Datta 2015). Prinsip sistem ini yaitu bioremediasi limbah anorganik yang ada di media budi daya ikan menggunakan tumbuhan. Air media budi daya ikan yang kaya unsur N dan P dialir-

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: ikandemam@gmail.com

kan ke media tanam sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Beberapa contoh penelitian yang telah berhasil menerapkan metode ini di antaranya, Graber & Junge (2009) menggunakan ikan nila, terong, tomat, dan mentimun; Mariscal-Lagarda *et al.* (2012) menggunakan udang putih dan tomat; Liang & Chien (2013) menggunakan ikan nila dan bayam air; serta Wahyuningsih *et al.* (2015) menggunakan ikan nila dan selada Romain.

Secara teknis, akuaponik mampu meningkatkan hasil produksi pembudi daya ikan dengan mengoptimalkan fungsi air dan ruang yang terbatas sebagai media pemeliharaan. Konsep dasar akuaponik adalah gabungan teknologi akuakultur dengan teknologi hidroponik dalam suatu sistem. Sisa pakan dan kotoran hasil metabolisme ikan dalam air yang berpotensi menurunkan kualitas air dimanfaatkan sebagai pupuk bagi tanaman air secara resirkulasi. Menurut Effendi *et al.* (2015a), sistem akuaponik merupakan salah satu solusi dalam memecahkan masalah air bersih. Air pada media budi daya disalurkan ke media tanaman sebagai filter vegetasi yang dapat membersihkan zat racun dalam air, sehingga air yang kembali ke wadah budi daya telah bersih dan layak digunakan kembali sebagai media budi daya ikan nila (Nugroho *et al.* 2012).

Ikan nila merupakan salah satu komoditas andalan dalam sektor perikanan karena pertumbuhan yang cepat, dapat dibudi dayakan pada lahan yang terbatas. Selain itu, ikan nila memiliki resistensi yang relatif tinggi terhadap perubahan kualitas air dan penyakit serta mudah tumbuh dalam sistem budi daya intensif. Namun salah satu kelemahan dalam membudi dayakan ikan nila adalah kondisi lingkungan media budi

daya yang banyak mengandung nitrogen dan fosfat akibat eksresi ikan nila.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh padat tanaman vetiver (*Vetiveria zizanioides*) yang berbeda terhadap pertumbuhan, sintasan, serta perbandingan panjang dan bobot ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem akuaponik.

Bahan dan metode

Penelitian dilaksanakan selama 42 hari pada bulan Mei hingga Juli 2016 di Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) Institut Pertanian Bogor (IPB).

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental di laboratorium dengan rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan terdiri atas:

P1 : kontrol, tanpa menggunakan tanaman, dengan padat tebar 20 ekor akuarium⁻¹.

P2 : menggunakan 400 g vetiver, dengan padat tebar 20 ekor akuarium⁻¹.

P3 : menggunakan 800 g vetiver, dengan padat tebar 20 ekor akuarium⁻¹.

Penelitian menggunakan vetiver pada sistem akuaponik sangat minim sekali sehingga belum ada literturnya. Oleh karena itu, landasan penentuan perlakuan kepadatan vetiver pada penelitian ini merupakan modifikasi dari penelitian fitoremediasi dengan vetiver (Indrayatie *et al.* 2013) serta penelitian pada sistem akuaponik menggunakan sayur-sayuran (Diver 2006, Endut *et al.* 2010, Simeonidou *et al.* 2012, Wahyuningsih *et al.* 2015).

Variabel perubahan adalah variabel padat tanaman akuaponik yang berbeda. Penelitian ini menggunakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) sebanyak 20 ekor ikan berukuran 8-9 cm,

dengan bobot rata-rata 14 g yang dipelihara dengan menggunakan sistem akuaponik.

Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium berukuran 80 x 40 x 60 cm³. Akuarium tersebut dicuci terlebih dahulu dengan air bersih, kemudian dilakukan pengeringan dibawah sinar matahari. Setiap akuarium diisi air bersih sebanyak 100 liter.

Ikan nila diaklimatisasi terlebih dahulu dan dilakukan pemberian daun pepaya (*Carica papaya*) sebagai obat herbal untuk meningkatkan daya tahan tubuh ikan selama dua hari. Sebelum dilakukan percobaan, benih diambil sebanyak 50% dari jumlah populasi pada masing-masing perlakuan sebagai pengambilan contoh bobot dan panjang untuk mengetahui ukuran awal ikan.

Pakan yang diberikan kepada ikan nila selama penelitian berupa pelet komersial dengan kadar protein 33%. Frekuensi pemberian pakan tiga kali sehari yaitu pagi, siang dan sore dengan jumlah 3% dari bobot tubuh ikan.

Untuk menjaga agar kandungan oksigen di dalam wadah tercukupi, setiap wadah dilengkapi dengan sistem resirkulasi air yang dapat meningkatkan kadar oksigen terlarut. Parameter kualitas air yang diamati mencakup suhu, pH, kandungan oksigen terlarut, serta ammonia total (Tabel 1).

Data yang dikumpulkan selama penelitian yaitu pertumbuhan bobot, hubungan pan-

jang-bobot, pertambahan panjang, serta tingkat sintasan. Penelitian dilakukan selama 42 hari, pengambilan data dilakukan enam kali selama penelitian dengan selang waktu tujuh hari sekali, melalui pengambilan sampel ikan sebanyak 50% dari populasi pada masing-masing perlakuan. Kegiatan ini dilakukan sebelum pemberian pakan. Ikan diambil menggunakan seser secara perlahan kemudian ditempatkan dalam baskom yang telah diisi air. Selanjutnya, panjang tubuh ikan diukur dengan menggunakan penggaris satu persatu.

Pengamatan jumlah ikan dilakukan setiap hari sehingga dapat diketahui jumlah ikan yang mati dan jumlah ikan yang masih hidup. Pengambilan keseluruhan data dilakukan seminggu sekali untuk menghitung parameter penelitian yang meliputi pertambahan bobot, factor kondisi, pertambahan panjang, tingkat sintasan, serta parameter fisik-kimiawi air.

Pertumbuhan bobot dihitung dengan rumus Effendie (1997):

$$W_m = W_t - W_0$$

Keterangan: W_m = pertumbuhan bobot (g), W_t = bobot pada akhir penelitian (g). W_0 = bobot pada awal penelitian (g)

Hubungan panjang-bobot dihitung menurut Effendie (1997):

$$W = aL^b$$

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

Tabel 1 Parameter kualitas air yang diamati

Parameter	Satuan	Alat / Metode	Waktu
Suhu	°C	Termometer digital / Probe elektroda	setiap minggu
pH	-	pH meter / Probe elektroda	setiap minggu
Oksigen terlarut	mg L ⁻¹	DO meter / Probe elektroda	setiap minggu
Total Amonia Nitrogen	mg L ⁻¹	Spektrofotometer / Brusin	setiap minggu

Faktor kondisi dihitung dengan menggunakan sistem metrik berdasarkan hubungan panjang bobot ikan. Jika nilai $b \neq 3$ pola pertumbuhan ikan allometrik maka faktor kondisi dihitung dengan rumus (Effendie, 1997) :

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

Jika nilai $b = 3$ pola pertumbuhan isometrik maka faktor kondisi dihitung dengan rumus:

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

Keterangan: K= faktor kondisi, W= bobot ikan (g), L= panjang ikan (cm), nilai a dan b konstanta

Panjang ikan diukur dari ujung kepala hingga ujung ekor tubuh ikan. Pertambahan panjang dihitung dengan menggunakan rumus Effendie (1997):

$$Pm = L_t - L_0$$

Keterangan: Pm= pertambahan panjang (cm), L_t = panjang rata-rata akhir (cm), L_0 = panjang rata-rata awal (cm)

Sintasan adalah tingkat perbandingan jumlah ikan yang hidup dari awal hingga akhir penelitian. Sintasan dihitung dengan rumus:

$$SR = N_t/N_0 \times 100$$

Keterangan: SR= sintasan (%), N_t = jumlah ikan di akhir penelitian (ekor), N_0 = jumlah ikan di awal penelitian (ekor)

Hasil

Dari hasil pengukuran panjang total dan bobot tubuh ikan nila yang dipelihara pada waktu yang bersamaan pada lingkungan yang berbeda, ukuran dan wadah yang sama serta kepadatan ikan yang sama menunjukkan bahwa ikan nila yang dipelihara dengan vetiver 800 g dan 400 g memberikan hasil yang lebih baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata bobot tertinggi berturut-turut pada perlakuan P3 (33,18 g), P2 (32,52 g) dan P1 (31,35 g), pertambahan panjang berkisar 2,5-2,6 cm, faktor kondisi berkisar 1,59-1,62, tingkat sintasan berkisar 96-100%. Nilai tertinggi untuk semua parameter dijumpai pada perlakuan akuaponik dengan menggunakan 800 g vetiver (P3). Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa pemeliharaan pada sistem akuaponik dengan tanaman vetiver yang berbeda berpengaruh nyata terhadap pertambahan bobot, pertambahan panjang, dan tingkat sintasan ikan nila, dimana $P > 0,05$ (Tabel 2).

Tabel 2. Performa ikan nila (*Oreochromis niloticus*)

Parameter	Perlakuan		
	P1	P2	P3
Rataan panjang awal (cm)	11,95 ^a ± 0,01	12,04 ^a ± 0,26	11,96 ^a ± 0,03
Rataan bobot awal (g)	14,03 ^a ± 0,53	14,01 ^b ± 0,16	13,98 ^b ± 0,14
Rataan bobot akhir (g)	31,35 ^a ± 1,02	32,52 ^b ± 0,84	33,18 ^b ± 0,11
Pertambahan panjang (cm)	2,568 ^a	2,503 ^a	2,640 ^a
Pertambahan bobot (g)	17,07 ^a	18,43 ^b	19,20 ^b
Rataan faktor kondisi akhir	1,62 ± 0,17	1,59 ± 0,19	1,61 ± 0,18
Koefisiensi determinasi R ²	0,9578	0,9304	0,9511
b	3,0206	3,031	3,075
Sintasan	96,66% ^a	98,32% ^b	100% ^b
Hubungan panjang-bobot akhir	W = 0,01626L ^{3.0206}	W = 0,01560L ^{3.031}	W = 0,65356L ^{3.075}

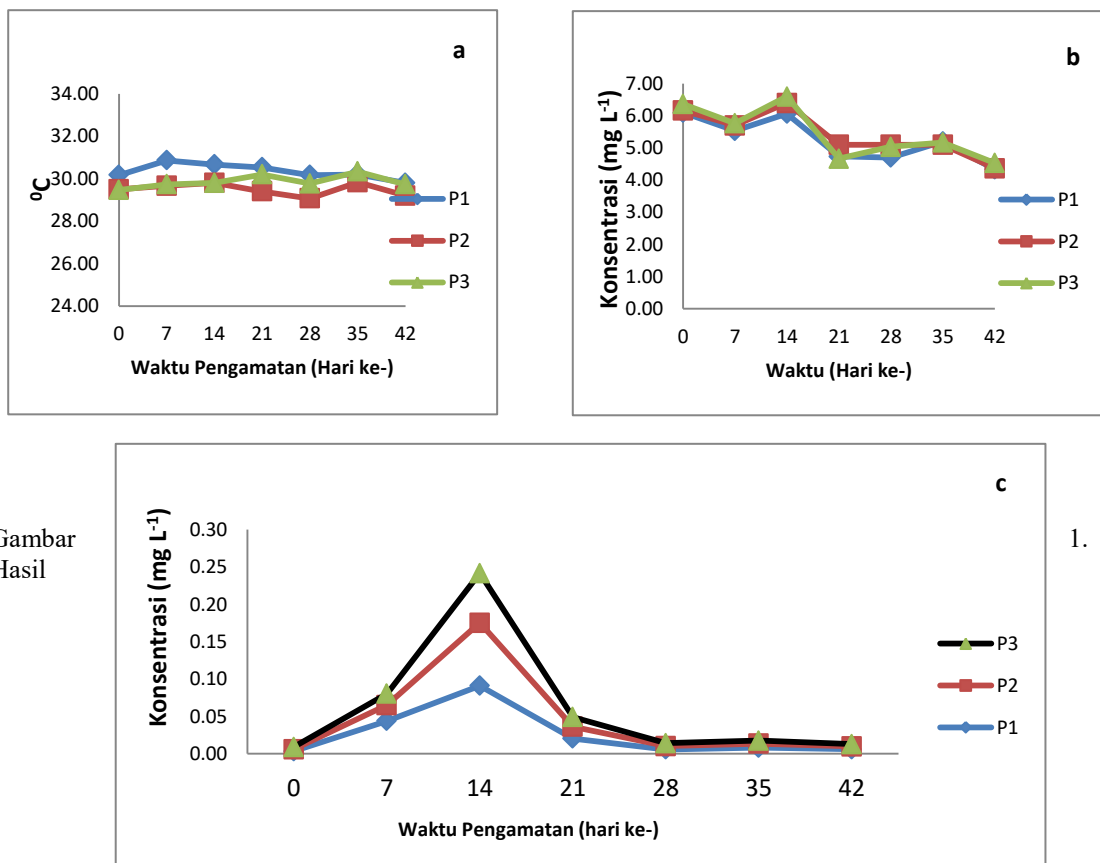
Nilai dengan huruf tika atas yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata pada taraf 0,05

Pertumbuhan ikan nila pada P2 dan P3 lebih baik dibandingkan dengan P1. Dari per-samaan linear hubungan panjang bobot (Tabel 2) terlihat bahwa untuk semua perlakuan diper-oleh nilai $b > 3$, yang berarti pertumbuhan bobot ikan lebih cepat dibandingkan pertumbuhan panjang, dikenal sebagai pertumbuhan allome-trik positif.

Faktor kondisi setiap populasi ikan tidak berbeda jauh, rata-rata faktor kondisi terbesar terdapat pada kontrol yaitu 1,62. Faktor hubungan panjang-bobot ikan memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) berkisar 0,9304-0,9578, nilai ini cukup besar dan mendekati 1. Hal ini menunjukkan bahwa variabel lain penyebab keragaman pada ikan cukup kecil, dan hubungan antara panjang dan bobot ikan sangat erat.

Nilai parameter fisika-kimia air pada semua perlakuan selama 42 hari masa percobaan yaitu: suhu berkisar 29,5- 29,8°C, pH 6,0-6,04 dan kandungan oksigen terlarut 5,24- 5,45 mg L⁻¹ (Gambar 1). Kadar total amonia nitrogen terendah pada P3 sebesar 0,015 mg L⁻¹, P2 sebesar 0,020 mg L⁻¹ dan P1 0,026 mg L⁻¹.

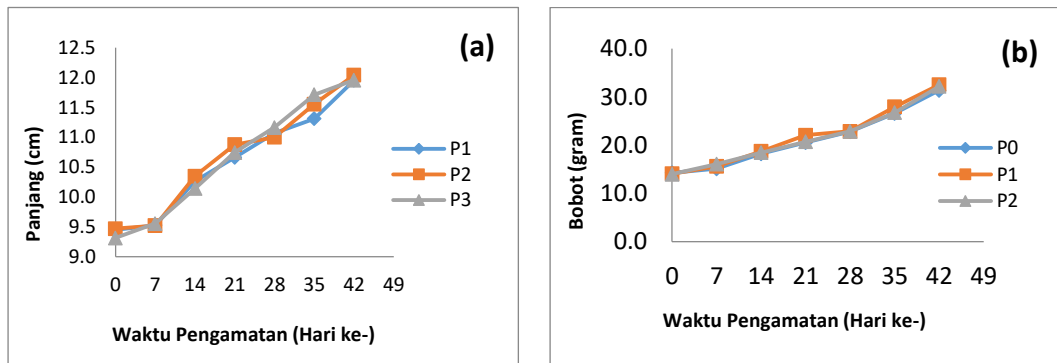
Selama masa percobaan ikan nila diberi pakan 3% dari bobot tubuhnya dengan frekuensi pemberian pakan tiga kali sehari. Jumlah pemberian pakan meningkat seiring dengan pertambahan bobot ikan setiap minggunya, dan jumlah pemberiannya mengikuti pertumbuhan bobot. Rata-rata konsumsi pakan dari awal sampai akhir percobaan berkisar 8,39±2,8 g hari⁻¹ sampai 15,43±5,14 g hari⁻¹.



Gambar Hasil

1.

pengukuran kualitas air selama percobaan. Suhu (a), Oksigen terlarut (b), dan TAN (c)



Gambar 2. Rata-rata pertumbuhan panjang (a) dan bobot (b) ikan nila.

Laju pertumbuhan panjang ikan nila selama penelitian menunjukkan peningkatan yang signifikan seiring dengan meningkatnya jumlah pakan yang diberikan dan periode waktu budi daya (Gambar 2). Pada awal budi daya (0-14 hari), panjang ikan mencapai $10,35 \pm 0,13$ cm ekor⁻¹, masa pemeliharaan 14-21 hari panjangnya $10,88$ cm ekor⁻¹, selanjutnya masa pemeliharaan 21-28 hari panjangnya mencapai $11,16 \pm 0,01$ cm ekor⁻¹. Pada masa pemeliharaan 28-35 hari panjangnya $11,71 \pm 0,16$ cm ekor⁻¹, sedangkan pada 35-42 hari masa pemeliharaan panjangnya mencapai $12,04 \pm 0,26$ cm ekor⁻¹.

Pembahasan

Pertumbuhan merupakan proses pertambahan panjang dan bobot suatu organisme yang dapat dilihat dari perubahan ukuran panjang dan bobot dalam satuan waktu. Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas pakan, umur serta kualitas air. Peningkatan biomassa merupakan tingkat pemberian pakan yang diubah menjadi biomassa ikan. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan pertambahan biomassa, pertambahan panjang, ikan nila P1 berbeda nyata dengan P2 dan P3 ($P < 0,05$), sedangkan P2

dan P3 tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) pada penggunaan sistem akuaponik.

Kondisi kualitas air selama penelitian dapat menunjang pertumbuhan ikan nila. Terlihat bahwa pada perlakuan dengan sistem akuaponik (P2 dan P3), pertumbuhan ikan nila lebih baik dibandingkan dengan P1. Metode akuaponik bisa memberikan lingkungan yang nyaman bagi ikan. Dediu *et al.* (2011) menyatakan bahwa pertumbuhan ikan yang dipelihara pada sistem resirkulasi dengan tambahan tanaman, memiliki pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan sistem resirkulasi tanpa tanaman. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan P2 dan P3 memiliki kemampuan yang sama dalam proses resirkulasi air dan filtrasi yang optimal, sehingga menghasilkan kualitas air yang lebih baik dibandingkan kontrol di dalam media pemeliharaan ikan nila dan juga pemberian pakan dalam jumlah yang sesuai dengan kebutuhan ikan.

Derajat sintasan ikan nila yang tertinggi selama 42 hari pemeliharaan yaitu 100% yang terdapat pada perlakuan vetiver 800 g, sedangkan yang terendah terdapat pada kontrol 96%. Analisis statistik menunjukkan bahwa P1 berbeda nyata dengan P2 dan P3 ($P < 0,05$), sedang-

kan P2 tidak berbeda nyata dari P3 ($P>0,05$). Kematian ikan terjadi pada awal pemeliharaan ikan. Hal ini diduga sebagai respon adaptasi terhadap lingkungan dan perlakuan. Sintasan ikan dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya kualitas air (oksigen terlarut, amonia, suhu, dan pH), pakan, umur ikan, lingkungan, dan kondisi kesehatan ikan (Adewolu *et al.* 2008).

Selama penelitian, media pemeliharaan diaerasi untuk mempertahankan konsentrasi oksigen terlarut agar tetap menunjang kehidupan ikan nila. Oksigen terlarut juga berfungsi untuk proses perombakan bahan organik menjadi nutrisi anorganik terlarut sehingga dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Nilai oksigen terlarut pada penelitian mengalami penurunan di akhir pengamatan namun masih dalam kisaran toleransi untuk kehidupan ikan nila. Konsentrasi oksigen terlarut yang optimum untuk pertumbuhan ikan nila yaitu $5-7,5 \text{ mg L}^{-1}$ (DeLong *et al.* 2009). Menurunnya konsentrasi oksigen terlarut diduga karena tingginya masukan bahan organik sehingga terjadi proses perombakan bahan organik oleh bakteri menggunakan oksigen. Suhu pada masing-masing perlakuan berbeda antar perlakuan, pada hari ke- 21 dan 42 suhu pada P1 cenderung lebih rendah dibandingkan P2 dan P3, lalu mengalami peningkatan pada hari ke 28 dan 35. Sementara kondisi suhu untuk P2 dan P3 cenderung stabil hingga akhir pengamatan. Kondisi suhu pada penelitian ini tidak terlalu berfluktuasi. Suhu penelitian berkisar antara $27-29^\circ\text{C}$, kisaran tersebut merupakan suhu optimum untuk pertumbuhan ikan nila (DeLong *et al.* 2009).

Sistem akuaponik memungkinkan tanaman tumbuh dengan memanfaatkan limbah budi daya dari pemeliharaan ikan nila yaitu amonia yang berasal dari sisa pakan yang tidak dicerna

dan sisa metabolisme tubuh ikan nila yang dikeluarkan. Kerapatan antar tanaman juga merupakan hal yang patut diperhatikan dalam sistem akuaponik. Menurut Diver (2006) rasio perbandingan pada sistem akuaponik bisa berbeda bergantung kepada jenis ikan, jenis tanaman, dan laju pemberian pakan. Pada penelitian ini belum diketahui kepadatan yang sesuai untuk vetiver. Vetiver merupakan tumbuhan yang dapat tumbuh di daerah kering dan tidak subur (Mondyagu *et al.* 2012), sehingga mampu tumbuh meskipun dengan jumlah nutrisi yang terbatas. Oleh karena itu, untuk kegiatan akuaponik perlu penanaman vetiver dengan kepadatan yang lebih tinggi agar penghilangan nutrisi lebih signifikan.

Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Musa *et al.* (2007) bahwa kerapatan atau ukuran populasi tanaman sangat penting untuk memperoleh hasil yang optimal. Kerapatan tanaman berpengaruh terhadap terjadinya persaingan dalam mendapatkan unsur hara dan ruang tumbuh, selanjutnya dapat mengurangi perkembangan tinggi dan kedalaman akar tanaman.

Parameter kualitas air diamati untuk mengetahui pengaruh sistem akuaponik terhadap kualitas air media pemeliharaan ikan nila dibandingkan dengan sistem tanpa tanaman. Prinsip sistem resirkulasi adalah penggunaan kembali air yang telah dikeluarkan dari kegiatan budi daya. Keuntungan sistem resirkulasi, yaitu dapat meminimalisir penggunaan air, dan reduksi bahan organik seperti ammonia, nitrit dan *buffer* pH (Effendi *et al.* 2015b).

Suhu dari awal hingga akhir penelitian masih dalam kisaran yang normal untuk pertumbuhan ikan nila. Suhu pada media pemeliharaan ikan nila untuk semua perlakuan selama penelitian berkisar $28,1-29,4^\circ\text{C}$ masih dalam kisaran

yang baik untuk pemeliharaan ikan nila. Hal ini sesuai dengan penelitian Effendi *et al.* (2015b) yang menyatakan suhu optimum untuk pertumbuhan ikan adalah 25-32°C.

Oksigen terlarut merupakan faktor terpenting dalam menentukan kehidupan ikan. Oksigen terlarut pada wadah pemeliharaan berkisar 5,24-5,45 mg L⁻¹ dan masih dalam kisaran oksigen terlarut yang baik untuk pemeliharaan ikan nila. Hal ini sesuai dengan pernyataan Popma dan Masser (1999) bahwa ikan nila dapat bertahan hidup pada kandungan oksigen terlarut lebih dari 0,3 mg L⁻¹, di bawah batas toleransi untuk kebanyakan ikan budi daya. Walaupun ikan nila dapat bertahan hidup pada kandungan oksigen rendah pada beberapa jam, kandungan oksigen terlarut harus dipertahankan >1 mg L⁻¹.

Kisaran pH selama penelitian 6,0-6,04 dan masih dalam kisaran yang dapat ditoleransi untuk pemeliharaan ikan nila sesuai dengan pernyataan DeLong *et al.* (2009), pH optimum untuk pertumbuhan ikan nila adalah 6-9.

Kadar amonia tertinggi terdapat pada wadah kontrol dan kadar amonia terendah terdapat pada P3 (Tabel 2). Kadar amonia pada wadah dengan menggunakan vetiver merupakan kadar amonia yang layak untuk kegiatan perikanan. Rendahnya kadar amonia dengan menggunakan vetiver diduga karena akar tanaman vetiver lebih berserabut dan lebih panjang, selain itu kemampuan vetiver dalam menyerap N lebih baik dibandingkan tanaman lainnya. Vetiver merupakan tumbuhan darat suka air yang memiliki karakteristik fisiologis diantaranya mampu menyerap nutrisi yang larut seperti N dan P, mampu mengakumulasi logam berat, serta toleran terhadap herbisida dan pestisida tinggi (Truong *et al.* 2011).

Bobot dan panjang ikan nila mengalami peningkatan untuk setiap kepadatan vetiver. Pada saat penebaran bobot rata-rata tiap ekor ikan pada seluruh perlakuan adalah 14 g, setelah dipelihara selama 42 hari bertambah menjadi 31-33 g/ekor, dengan pertambahan bobot 17-19 g/ekor.

Secara deskriptif diketahui bahwa P3 memiliki tingkat sintasan lebih baik daripada P2 dan P1. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Roongtanakiat *et al.* 2007; Danh *et al.* 2009; Chua *et al.* 2012; Indrayatie *et al.* 2013) bahwa vetiver mempunyai kemampuan dalam menyerap bahan organik, sehingga kualitas air terjaga dengan baik yang berpengaruh terhadap sintasan ikan. Demikian pula analisis statistik menunjukkan bahwa antara P3 dan P2 dengan P1 berbeda nyata ($P < 0,05$), tetapi antara P3 dengan P2 tidak menunjukkan perbedaan nyata ($P > 0,05$).

Simpulan

Penggunaan sistem akuaponik pada pemeliharaan ikan nila dengan perlakuan vetiver dan kontrol berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pertambahan bobot, pertambahan panjang, dan tingkat sintasan ikan nila. Perlakuan tanaman vetiver 800 g menunjukkan nilai tertinggi terhadap pertumbuhan dan sintasan ikan nila dibandingkan dengan vetiver 400 g dan kontrol.

Daftar Pustaka

- Adewolu MA, Adenji CA, Adejobi AB. 2008. Feed utilization, growth and survival of *Clarias gariepinus* (Burchell 1882) fingerlings cultured under different photoperiods. *Aquaculture*. 283 : 64–67.
- Bakiu R, Shehu J. 2014. Aquaponic systems as excellent agricultural research instruments in Albania. *Albanian Journal of Agricultural Sciences*. 13 (Special Edition), p 385–389.

- Chua LHC, Tan SBK, Sim CH, Goyal MK. 2012. Treatment of baseflow from an urban catchment by a floating wetland system. *Ecological Engineering*, 49: 170-180.
- Danh LT, Truong P, Mammucari R, Tran T, Foster N. 2009. Vetiver grass, *Vetiveria zizanioides*: a choice plant for phytoremediation of heavy metals and organic wastes. *International Journal of Phytoremediation*, 11(8): 664-691.
- Datta S. 2015. Aquaponics: its present status and potential. *Fishing Chimes*. 34(11): 44-48.
- Dediu L, Cristea V, Docan A, Vasilean I. 2011. Evaluation of condition and technological performance of hybrid bester reared in standard and aquaponic system. *AACL Bioflux*, 4(4): 490-498.
- DeLong DP, Losordo TM, Rakocy JE. 2009. Tank culture of tilapia. *SRAC Publication*. 282:1-8.
- Diver S. 2006. *Aquaponics-Integration of Hydroponics With Aquaculture*. National Center for Appropriate Technology (NCAT) United States. 28p
- Effendi H, Utomo BA, Darmawangsa GM. 2015a. Phytoremediation of freshwater crayfish (*Cherax quadricarinatus*) culture wastewater with spinach (*Ipomoea aquatica*) in aquaponic system. *AACL Bioflux*. 8(3): 421- 430.
- Effendi H, Utomo BA, Darmawangsa GM, Karo karo RE. 2015b. Fitoremediasi limbah budi daya ikan lele (*Clarias* sp.) dengan kangkung (*Ipomea aquatica*) dan pakcoy (*Brassica rapa chinensis*) dalam sistem resirkulasi. *Ecolab*, 9(2): 47-104.
- Effendie MI. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.
- Endut A, Jusoh A, Ali N, Wan Nik WB, Hassan A. 2010. A study on the optimal hydraulic loading rate and plant ratios in recirculation aquaponic system. *Bioresource Technology*, 101(5): 1511-1517
- Goddek S, Delaide B, Mankasingh U, Ragnarsdottir KV, Jijakli H, Thorarinsdottir R. 2015. Challenges of sustainable and commercial aquaponics. *Sustainability*, 7(4): 4199-4224.
- Graber A, Junge R. 2009. Aquaponic systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. *Desalination*. 246(1-3): 147-156.
- Indrayatie ER, Utomo WH, Handayanto E, Anderson CWN. 2013. The use of vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.) for the remediation of wastewater discharged from tapioca factories. *Journal Environment and Waste Management*, 12(1): 1-16.
- Liang JY, Chien YH. 2013. Effects of feeding frequency and photoperiod on water quality and crop production in tilapia-water spinach raft aquaponics system. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 85(1):693-700.
- Mariscal-Lagarda MM, Pérez-Osuna F, Esquer-Méndez JL, Guerrero-Monroy I, Vivar ARd, Félix-Gastelum R. 2012. Integrated culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) with low salinity groundwater: Management and production. *Aquaculture*. 366-367: 76-84.
- Mondyagu S, Kopsell DE, Steffen RW, Kopsell DA, Rhykerd RL. 2012. The effect of nitrogen level and form on the growth and development of vetiver grass (*Chrysopsis zizanioides*). *Transactions of the Illinois State Academy of Science*. 105(1&2): 1-10.
- Musa Y, Nasaruddin, Kuruseng MA. 2007. Evaluasi produktivitas jagung melalui pengelolaan populasi tanaman, pengolahan tanah, dan dosis pemupukan. *Agrisistem*, 3(1): 21-33.
- Nugroho RA, Pambudi LT, Haditomo AHC. 2012. Aplikasi teknologi akuaponik pada budidaya ikan air tawar untuk optimalisasi kapasitas produksi. *Jurnal Saintek Perikanan*. 8(1): 46-51.
- Popma T, Masser M. 1999. Tilapia life history and biology. Southern Regional Aquaculture Center Publication No. 283.
- Roongtanakiat N, Tangruangkit S, Meesat R. 2007. Utilization of vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) for removal of heavy metals from industrial wastewaters. *Science Asia*, 33(4): 397-403.

- Simeonidou M, Paschos I, Gouva E, Kolygas M, Perdikaris C. 2012. Performance of a small-scale modular aquaponic system. *AACL Bioflux*, 5(4):182-188.
- Troung P, Van TT, Pinners E. 2011. *Vetiver System Applications Technical Reference Manual*. The Vetiver Network International. 127p.
- Wahyuningsih S, Effendi H, Wardiatno Y. 2015. Nitrogen removal of aquaculture wastewater in aquaponic recirculation system. *AACL Bioflux* 8(4): 491-499.

Iktiofauna di pulau-pulau kecil dan terumbu karang serta jenis-jenis baru ikan air tawar di perairan Indonesia

[Ichthyofauna in small islands and coral reef and new freshwater species in Indonesian waters]

Renny K Hadiaty^{1✉}, MF Rahardjo², Gerald R Allen³

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

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

³ Western Australia Museum, Locked Bag 49, Welshpool DC, Perth WA 6986, Australia

Diterima: 11 September 2018; Disetujui: 18 Desember 2018

Abstrak

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terbesar di dunia, pulau-pulau ini berjajar, membentang dari Sabang sampai Merauke. Kajian jumlah pulau di Indonesia telah diteliti oleh beberapa lembaga di negeri ini. Sebagai negara kepulauan, Indonesia seolah-olah merupakan habitat laut yang tak berujung. Terumbu karang negeri ini sekitar 51.090 km² merupakan yang terluas di dunia. Jumlah total spesies ikan di perairan terumbu karang Indonesia sekitar 2600 spesies. Wilayah tertinggi keragaman jenisnya adalah perairan Papua Barat dengan 1766 spesies. Famili yang terbesar adalah Gobiidae 405 spesies, selanjutnya Labridae 200 spesies dan Pomacentridae 176 spesies. Banyak pulau mempunyai riwayat unik dan dihuni oleh spesies-spesies endemik, diantaranya Pulau Muna, Pulau di Kepulauan Aru, juga Pulau Enggano. Hasil penelitian LIPI di P. Enggano mengindikasikan adanya beberapa jenis baru ikan. Penemuan spesies baru telah berlangsung lama, sejak penelitian iktiofauna di Indonesia dimulai pada abad 16 sampai saat ini. Hasil penelitian ikan air tawar di perairan Indonesia telah mendapatkan 66 spesies baru, sampai saat ini masih banyak wilayah perairan belum diteliti dan kemungkinan besar ada spesies baru yang menanti diungkap keberadaannya. Konservasi spesies ikan di pulau-pulau kecil perlu dilakukan, mengingat banyak diantara-nya yang beruaya ke laut. Beberapa spesies gobiid bersifat amfidromus, memijah dan menetas di perairan tawar namun anaknya bermigrasi ke laut, mengalami metamorphosis dan kembali lagi ke perairan tawar.

Kata penting: pulau kecil, iktiofauna, terumbu karang, Indonesia

Abstract

Indonesia is the largest archipelago country in the world. These islands are lined up, stretching from Sabang to Merauke. The study of the number of islands in Indonesia has been studied by several institutions in this country. As an archipelagic country, Indonesia seems to be an endless marine habitat. Coral reefs in Indonesia are around 51,090 km², the largest in the world. The total number of fish species in Indonesia's coral reef waters is about 2600 species. The highest area of diversity is the waters of West Papua with 1766 species. The most family is Gobiidae with 405 species, then Labridae with 200 species and Pomacentridae with 176 species. Many islands have a unique history and are inhabited by endemic species, including Muna Island, Island in the Aru Islands, and Enggano Island. The results of the LIPI study on Enggano Island indicate the presence of several new fish species. The discovery of new species has been going on for a long time, since the ichthyofauna study in Indonesia was started in the 16th century to the present. The results of the study of freshwater fish in Indonesian waters have obtained 66 new species, until now there are still many waters that have not been studied and most likely there are new species waiting to be revealed. Conservation of fish species on small islands needs to be done, considering that many of them are migrating to the sea. Some gobiid species are amphidromous, which are spawning and hatching in freshwaters but their larvae migrate to the sea, metamorphosis and then return to freshwaters.

Keywords: small islands, ichthyofauna, coral reefs, Indonesia

Pendahuluan

Indonesia adalah negara kepulauan yang mempunyai posisi sangat strategis. Negara kepulauan ini berada di antara dua benua Asia dan Australia, di antara dua samudra, yaitu Samudra

Hindia dan Samudra Pasifik. Suatu keistimewaan lain, negara ini terletak di daerah khatulistiwa. Semua keistimewaan tersebut membuat Indonesia istimewa pula dalam biodiversitas fauna dan floranya. Indonesia menempati urutan ke dua di dunia setelah Brazil. Namun bila ditambahkan biodiversitas fauna dan flora dari terumbu ka-

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: rkhadiaty@gmail.com

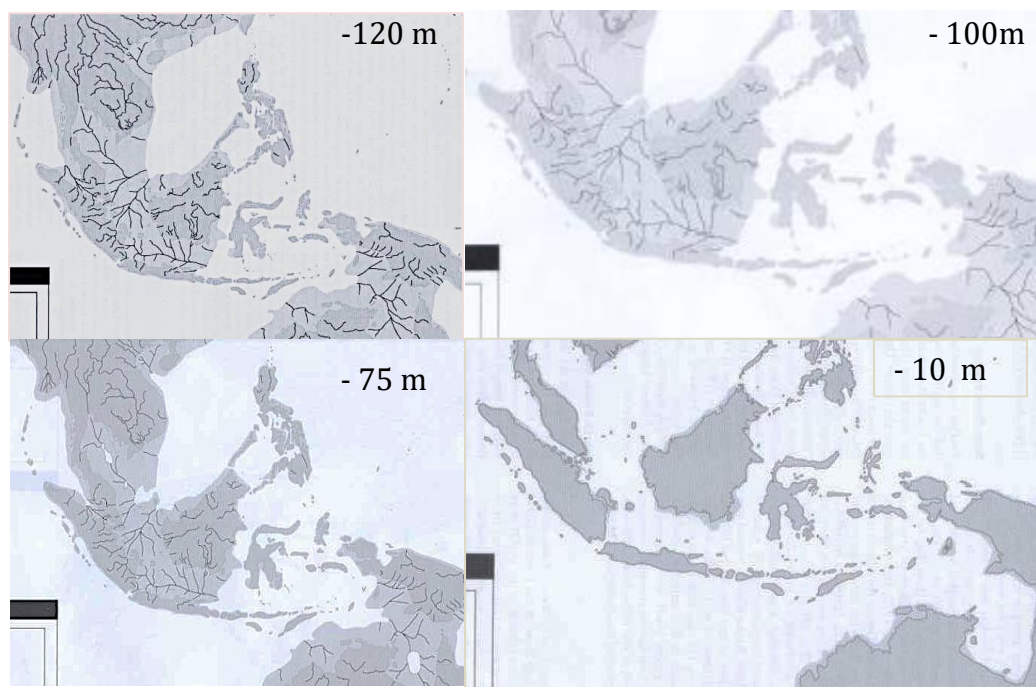
barat seluas 8000 km dari Australia sampai Sri Lanka, dari utara ke selatan yaitu wilayah Taiwan sampai Australia seluas 5000 km. Kontur batimetri kedalaman laut saat ini digunakan untuk memperkirakan garis pantai dan sistem sungai yang tenggelam di paparan Sunda dan Sahul. Hasilnya diperoleh seri peta yang menduga wilayah Indo-Australian yang terekspose selama periode waktu 17.000, 150.000 dan 250.000 tahun yang lalu. Garis pantai di paparan Sunda dan Sahul pada -120 m, -100 m, -75 m dan -10 m digambarkan pada Gambar 2 (Voris 2000).

Kajian jumlah pulau di Indonesia telah diteliti oleh beberapa lembaga di negeri ini. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) pada tahun 1972 menengarai ada 6127 pulau bernama. Pada tahun 1987 Angkatan Bersenjata Republik Indonesia (ABRI) mengumumkan adanya 5707 pulau bernama dan 11.801 pulau tak bernama. Pada tahun 1992 Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTA

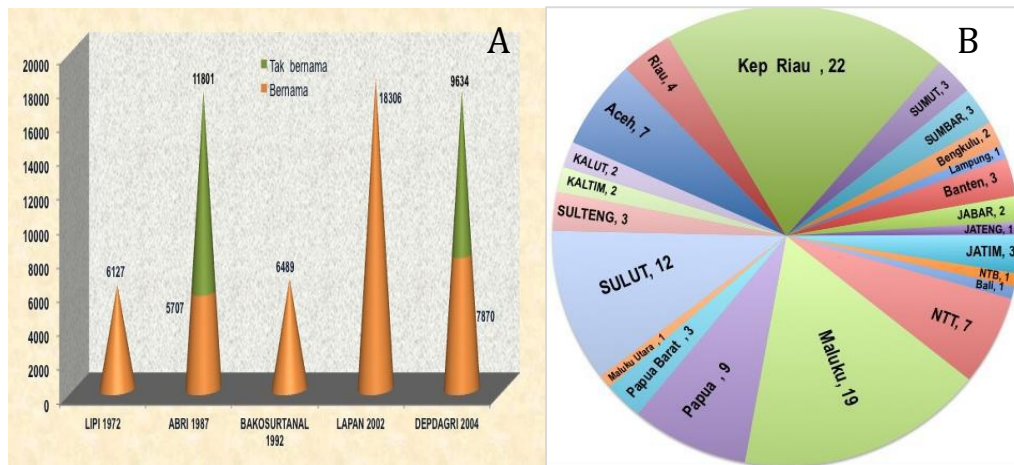
NAL) menyatakan ada 6489 pulau bernama, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) menyebutkan ada 18.306 tanpa perincian bernama dan tak bernama. Survei terakhir tahun 2004, Departemen Dalam Negeri Republik Indonesia (DEPDAGRI) menyatakan ada 7870 pulau bernama dan 9634 pulau tak bernama (Gambar 3A).

Pada 2 Maret 2017 Presiden menerbitkan Surat Keputusan Keppres No. 6 tahun 2017 yang menetapkan 111 pulau-pulau kecil terluar. Dua di antaranya ada di Provinsi Bengkulu yaitu Pulau Enggano dan Pulau Mega (Gambar 3B).

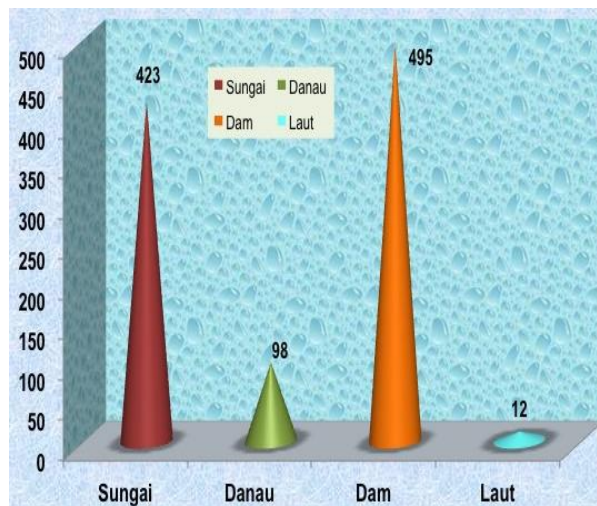
Perikanan merupakan salah satu hasil produksi dari negara kepulauan ini. Kegiatan perikanan dilakukan di berbagai habitat yang ada di perairan darat atau pun laut. Habitat ikan di perairan darat meliputi sungai, jumlahnya sekitar 423, danau 98 dan dam (waduk) 495, sedangkan perairan laut di Indonesia ada sekitar 12 (Bakosurtanal 2012) (Gambar 4)



Gambar 2. Peta kedalaman air laut di Asia Tenggara pada masa lalu menyingkap garis pantai, sistem sungai dan periode waktunya (Voris 2000)



Gambar 3. Jumlah pulau di Indonesia berdasar hasil kajian beberapa lembaga (A); Pulau-pulau kecil terluar berdasarkan Keputusan Presiden No. 6 tahun 2017.



Gambar 4. Perkiraan jumlah habitat ikan di Indonesia

Penelitian iktiofauna di Indonesia

Tidaklah mudah melaksanakan penelitian iktiofauna di Indonesia, banyak kendala yang dihadapi. Di sisi pendanaan sangat terbatas karena taksonomi bukanlah suatu prioritas, padahal bagaimana bisa dikatakan negara dengan biodiversitas tinggi bila tanpa didukung oleh data biodiversitas yang dilakukan oleh para taksonom yang kerap kali menemukan jenis baru?

Kendala lain dalam penemuan iktiofauna di Indonesia adalah:

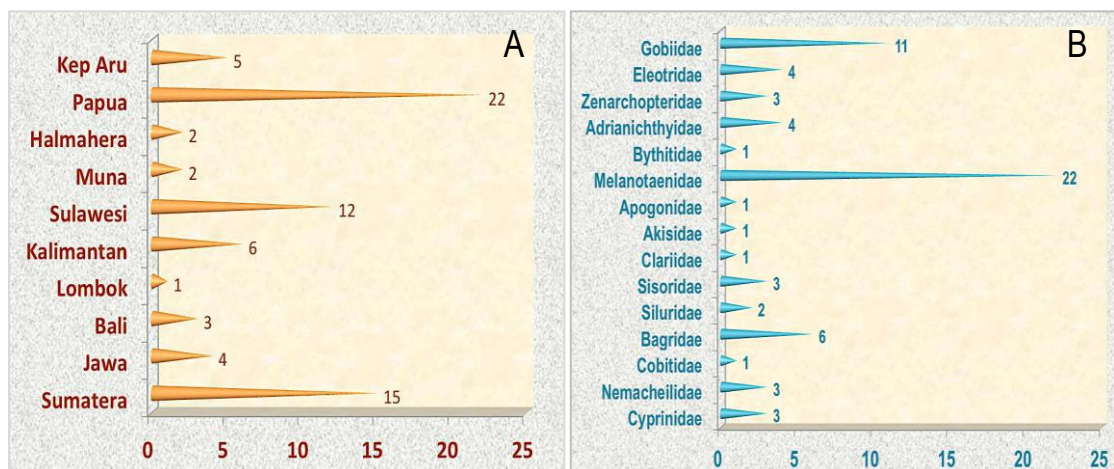
1. Transportasi yang kadang kala harus memakai semua moda yang ada, pesawat, helikopter, kapal, mobil, truk, perahu, motor, dan jalan kaki;
2. Perbedaan suku, di Indonesia ada sekitar 515 suku dengan budaya serta makanan yang berbeda, peneliti harus bisa menyesuaikan diri

3. Bahasa daerah, di Indonesia ada 726 bahasa daerah, dikatakan 637 di antaranya terancam punah karena kurang dari 100.000 orang menggunakannya. Namun saat ini kita bisa berkomunikasi menggunakan Bahasa Indonesia
4. Lingkungan yang beragam, pegunungan, sungai, danau, dan laut yang kadang kala menjadi kendala dalam penemuan jenis baru
5. Terbatasnya peralatan yang ada, terbatasnya jumlah camera lucida, tidak adanya mesin x-ray dan sebagainya.

Keanekaragaman jenis ikan di Indonesia belum semuanya terungkap. Masih banyak wilayah perairan yang belum pernah diteliti dan tidak tertutup kemungkinannya untuk jenis-jenis baru yang belum ditemukan dan diberi nama.

Selama 31 tahun mengabdikan sebagai pegawai negeri sipil negara Indonesia, penulis pertama telah menemukan dan mendeskripsikan 66 jenis baru ikan bersama dengan rekan peneliti lain, di antaranya dengan penulis ke tiga Dr. Gerald R Allen. Ke 66 jenis baru tersebut tercantum dalam Tabel 1. Pengelompokan jenis baru berdasarkan pulau tertera pada Gambar 5A, berdasarkan familia tertera dalam Gambar 5B.

Di Laboratorium Iktiologi ada beberapa spesies yang sedang diteliti dalam rangka deskripsinya sebagai jenis baru. Sampai saat ini masih banyak wilayah perairan belum diteliti dan kemungkinan besar ada spesies baru yang menanti diungkap keberadaannya.



Gambar 5. Jumlah jenis baru ikan: A. berdasarkan nama pulau; B. berdasarkan familia

Tabel 1. Jenis-jenis baru yang telah dideskripsi sejak tahun 1998 sampai 2016

No	Species	Authors	No	Species	Authors
1	<i>Osteochilus jeruk</i>	Hadiaty & Siebert, 1998	34	<i>Melanotaenia flavipinnis</i>	Allen, Hadiaty & Unmack, 2014
2	<i>Osteochilus serokan</i>	Hadiaty & Siebert, 1998	35	<i>Mogurnda arguni</i>	Allen & Hadiaty, 2014
3	<i>Nemacheilus tuberigum</i>	Hadiaty & Siebert, 2001	36	<i>Mogurnda kaimana</i>	Allen & Hadiaty, 2014
4	<i>Hemibagrus caveatus</i>	Ng, Wirjoatmodjo & Hadiaty, 2001	37	<i>Nomorhamphus lanceolatus</i>	Huylebrouck, Hadiaty & Herder, 2014
5	<i>Mystus punctifer</i>	Ng, Wirjoatmodjo & Hadiaty, 2001	38	<i>Nomorhamphus sagittarius</i>	Huylebrouck, Hadiaty & Herder, 2014
6	<i>Kryptopterus piperatus</i>	Ng, Wirjoatmodjo & Hadiaty, 2004	39	<i>Lentipes mekonggaensis</i>	Keith & Hadiaty, 2014 in Keith <i>et al.</i> 2014
7	<i>Leiocassis aculeatus</i>	Ng & Hadiaty, 2005	40	<i>Lentipes argenteus</i>	Keith, Hadiaty & Lord, 2014
8	<i>Mystus alasensis</i>	Ng & Hadiaty, 2005	41	<i>Lentipes ikeae</i>	Keith, Hubert, Busson & Hadiaty, 2014
9	<i>Akysis scorteus</i>	Page, Hadiaty & López, 2007	42	<i>Melanotaenia ericrobertsi</i>	Allen, Unmack & Hadiaty, 2014
10	<i>Nanobagrus torquatus</i>	Thomson, López, Hadiaty & Page, 2008	43	<i>Melanotaenia laticlavata</i>	Allen, Unmack & Hadiaty, 2014
11	<i>Glyptothorax plectilis</i>	Ng & Hadiaty, 2008	44	<i>Melanotaenia multiradiata</i>	Allen, Unmack & Hadiaty, 2014
12	<i>Melanotaenia ammeri</i>	Allen, Unmack & Hadiaty, 2008	45	<i>Mugilogobius hitam</i>	Larson, Geiger, Hadiaty & Herder, 2014
13	<i>M. kokasensis</i>	Allen, Unmack & Hadiaty, 2008	46	<i>Sicyopus rubicundus</i>	Keith, Hadiaty, Busson & Hubert, 2014
14	<i>Glyptothorax ketambe</i>	Ng & Hadiaty, 2009a	47	<i>Stiphodon annieae</i>	Keith & Hadiaty, 2014
15	<i>Nemacheilus tebo</i>	Hadiaty & Kottelat, 2009a	48	<i>Glossogobius mahalonensis</i>	Hoese, Hadiaty & Herder, 2015
16	<i>Pangio lidi</i>	Hadiaty & Kottelat, 2009b	49	<i>Melanotaenia rubrivittata</i>	Allen, Unmack & Hadiaty, 2015
17	<i>Rasbora lacrimula</i>	Hadiaty & Kottelat, 2009c	50	<i>Melanotaenia albimarginata</i>	Allen, Hadiaty, Unmack & Erdmann, 2015
18	<i>Diancistrus typhlops</i>	Nielsen, Schwarzhans & Hadiaty, 2009	51	<i>Melanotaenia aruensis</i>	Allen, Hadiaty, Unmack & Erdmann, 2015
19	<i>Ompok brevirectus</i>	Ng & Hadiaty, 2009b	52	<i>Melanotaenia kolaensis</i>	Allen, Hadiaty, Unmack & Erdmann, 2015
20	<i>Nemacheilus marang</i>	Hadiaty & Kottelat, 2010	53	<i>Melanotaenia picta</i>	Allen, Hadiaty, Unmack & Erdmann, 2015
21	<i>Oryzias woworae</i>	Parenti & Hadiaty, 2010	54	<i>Melanotaenia wokamensis</i>	Allen, Hadiaty, Unmack & Erdmann, 2015
22	<i>Melanotaenia mairasi</i>	Allen & Hadiaty 2011	55	<i>Acentrogobius limarius</i>	Allen, Erdmann & Hadiaty, 2015
23	<i>Glossamia arguni</i>	Hadiaty & Allen, 2011	56	<i>Melanotaenia garylangei</i>	Graf, Herder & Hadiaty, 2015
24	<i>Clarias microspilus</i>	Ng & Hadiaty, 2011	57	<i>Melanotaenia klasioensis</i>	Kadariusman, Hadiaty & Pouyaud, 2015 in Nugraha <i>et al.</i> 2015
25	<i>Sicyopterus lengguru</i>	Keith, Lord & Hadiaty, 2011	58	<i>Sundolyra latebrosa</i> n.gen & n.sp	Ng, Lundberg, Hadiaty & Luckenbill, 2015
26	<i>Melanotaenia arguni</i>	Kadariusman, Hadiaty & Pouyaud, 2012 in Kadariusman <i>et al.</i> 2012	59	<i>Stiphodon aureofuscus</i>	Keith, Busson, Sauri, Hubert & Hadiaty, 2015
27	<i>Nomorhamphus rex</i>	Huylebrouck, Hadiaty & Herder, 2012	60	<i>Sicyopterus squamosissimus</i>	Keith, Lord, Busson, Sauri, Hubert & Hadiaty, 2015
28	<i>Oryzias eversi</i>	Herder, Hadiaty & Nolte, 2012	61	<i>Melanotaenia bowmani</i>	Allen, Unmack & Hadiaty, 2016a
29	<i>Belobranchus segura</i>	Keith, Hadiaty & Lord, 2012	62	<i>Melanotaenia etnaensis</i>	Allen, Unmack & Hadiaty, 2016a
30	<i>Oxyeleotris colasi</i>	Pouyaud, Kadariusman, Hadiaty, Slembrouck, Lemauk, Kusumah & Keith, 2012	63	<i>Melanotaenia grunwaldi</i>	Allen, Unmack & Hadiaty, 2016a
31	<i>Melanotaenia sneideri</i>	Allen & Hadiaty, 2013	64	<i>Melanotaenia lacunosa</i>	Allen, Unmack & Hadiaty, 2016a
32	<i>Oryzias asinua</i>	Parenti, Hadiaty, Lumbantobing & Herder, 2013	65	<i>Melanotaenia mamahensis</i>	Allen, Unmack & Hadiaty, 2016a
33	<i>Oryzias wolasi</i>	Parenti, Hadiaty, Lumbantobing & Herder, 2013	66	<i>Pseudomugil luminatus</i>	Allen, Unmack & Hadiaty, 2016b

Iktiofauna di pulau-pulau kecil

Dukungan dana kerjasama merupakan pelengkap terbatasnya dana yang diperoleh dari pemerintah. Kegiatan penelitian iktiofauna di pulau-pulau kecil telah dilaksanakan oleh penulis pertama dari proyek DIPA (7 pulau), DIPA tim Laboratorium Iktiologi (6), sedangkan hasil kerjasama jauh lebih banyak, yaitu 10 pulau-pulau kecil (Gambar 6).

Hasil penelitian di Pulau Muna dengan tim peneliti dari Museum Paris Perancis (MNHN, *Museum National d'Histoire Naturelle*) telah berhasil memperoleh spesimen dari dua jenis baru yaitu *Diancistrus typhlops* Nielsen, Schwarzans & Hadiaty 2009 serta *Oryzias woworae* Parenti & Hadiaty 2010 (Gambar 7).

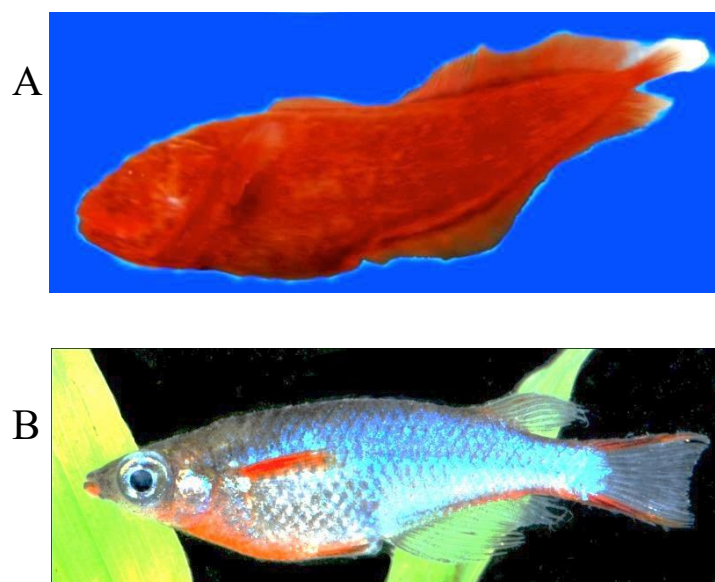
Penelitian di Pulau Halmahera merupakan hasil kerjasama dengan Weda Bay Nickel (WBN) di wilayah yang akan menjadi konsesi

perusahaan tersebut. Dua jenis baru ikan diperoleh yaitu *Belobranchus segura* Keith, Hadiaty & Lord, 2012 dan *Stiphodon annieae* Keith & Hadiaty, 2014 (Gambar 8). Sebelumnya, Watson & Kottelat (2006) telah mendeskripsi dua jenis baru dari Pulau Halmahera yaitu *Lentipes adolphizonus* dan *Sicyopus exallisquamulus*. Namun spesies ke dua saat ini sudah tidak valid lagi dan menjadi sinonim dari *Sicyopus auxilimentus*, nama terakhir inilah yang valid.

Kegiatan penelitian di Kepulauan Aru merupakan kerjasama dengan Dr. Gerald R Allen dari Western Australia Museum dan Dr. Mark V Erdmann dari Conservation International. Penelitian dilaksanakan pada tahun 2013 dan 2016. Dari Kepulauan Aru diperoleh lima jenis baru yaitu *Melanotaenia albimarginata*, *M. aruensis*, *M. picta*, *M. kolaensis* dan *M. wokamensis* (Allen et. al. 2015) (Gambar 9).



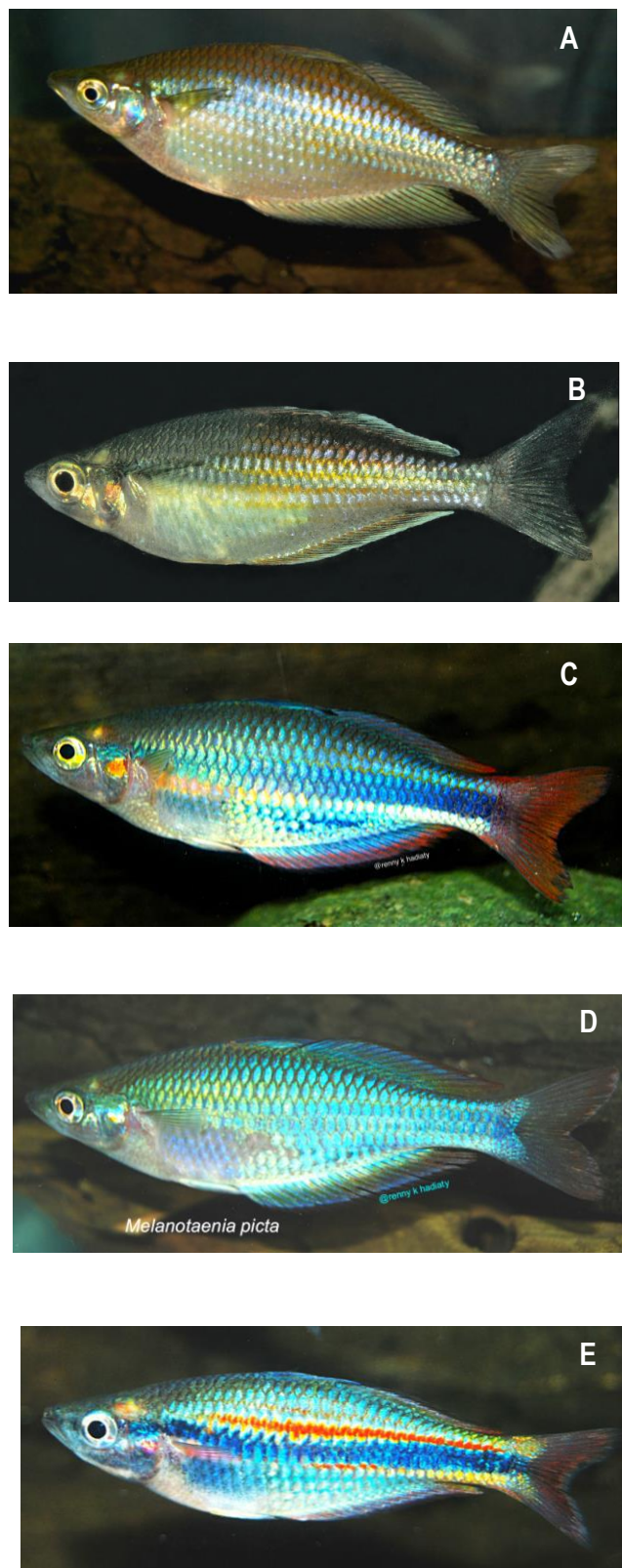
Gambar 6. Pemetaan kegiatan penelitian iktiofauna di pulau-pulau kecil



Gambar 7. Dua jenis ikan baru dari Pulau Muna: A. *Diancistrus typhlops* dan B. *Oryzias woworae*



Gambar 8. Dua jenis ikan baru dari Pulau Halmahera: A. *Stiphodon annieae*; dan B. *Belobranchus segura*



Gambar 9. Lima jenis ikan baru dari Kepulauan Aru: A. *Melanotaenia albimarginata*, B. *Melanotaenia aruensis*, C. *Melanotaenia kolaensis*, D. *Melanotaenia picta*, dan E. *Melanotaenia wokamensis*

Satu hal menggembirakan, ternyata Bali yang merupakan satu tujuan wisata para wisatawan dunia masih menyimpan jenis baru. Kerjasama dengan peneliti Perancis terutama dari Museum Paris (MNHN) berhasil mendapatkan dua jenis baru ikan gobiid yaitu *Lentipes ikeae* dan *Sicyopus rubicundus* (Gambar 10). Nama *Lentipes ikeae* diberikan untuk Ibu Ir. Ike Rachmatika M.Sc. seorang peneliti di Laboratorium Iktiologi, Bidang Zoologi, Puslit Biologi LIPI yang telah berpulang menghadap Tuhan Yang Maha Esa. Berdasarkan penelitian di Taman Nasional Gunung Halimun, Jawa Barat, ibu ini telah menengarai adanya ikan jenis baru, spesimennya telah dipisahkan dari koleksi ikan lainnya. Namun ternyata belum sempat mendeskripsikannya, Tuhan telah memanggilnya. Saat penelitian kerjasama ini mendapatkan spesimen

dari ikan yang belum bernama tersebut, penulis pertama bersikeras untuk menamainya *L. ikeae* sebagai penghargaan atas dedikasinya yang tinggi sebagai peneliti ikan di Indonesia.

Satu jenis baru lainnya ditemukan di perairan Pulau Lombok yaitu *Stiphodon aureofuscus* (Gambar 11). Namun ikan ini juga ditemukan di Pulau Jawa dan Pulau Bali. Demikian pula halnya dengan *L. ikeae* dan *S. rubicundus*, keduanya juga dijumpai di Pulau Jawa.

Penelitian di P. Enggano dilakukan oleh tim Kedeputan Ilmu Pengetahuan Hayati –LIPI tahun 2015. Penelitian iktiofauna di P. Enggano berhasil menengarai adanya beberapa jenis baru, satu diantaranya yaitu *Stiphodon* n.sp (Gambar 12). Pola warna ikan sangat berbeda dengan jenis yang telah diketahui sebelumnya.



Gambar 10. Dua jenis ikan baru dari Pulau Bali, *Lentipes ikeae* dan *Sicyopus rubicundus*



Gambar 11. *Stiphodon aureofuscus*, jenis baru dari P. Lombok, Jawa dan Bali



Gambar 12. Kandidat jenis baru dari Pulau Enggano, *Stiphodon n.sp.*

Penelitian di dua pulau Raja Ampat, Kabupaten Papua Barat telah dilakukan tahun 2007 dan 2008. Pulau Waigeo diteliti pada tahun 2007. Satu jenis endemik di pulau ini, *Melanotaenia chaterinae* telah dideskripsi oleh de Beaufort tahun 1910, nama ikan ini dipersembahkan pada istrinya Catherine yang menyertai perjalanannya. Dari P. Waigeo diperoleh satu jenis diduga jenis baru *Melanotaenia n.sp* (Gambar 13).

Penelitian di Pulau Batanta berhasil menengarai beberapa spesies yang diduga merupakan jenis baru, yaitu *Kalyptatherina n.sp.* (Gambar 14). Genus ini merupakan satu-satunya anggota Famili Telmatherinidae yang berada di luar Pulau Sulawesi, tiga genera lainnya *Telmathe- rina*, *Tominanga*, *Paratherina* merupakan spesies endemik di Danau-danau Malili, sedangkan genus *Marosatherina* dijumpai di sungai-sungai Sulawesi Selatan.



Gambar 13. Ikan endemik Pulau Waigeo: A. *Melanotaenia catherinae*, B. *Melanotaenia* n.sp.



Gambar 14. Satu jenis baru dari Pulau Batanta *Kalyptatherina* n.sp.

Pulau-pulau kecil sangat bergantung pada lingkungan sekitarnya. *Allochthonous input* dari material laut dapat menyebabkan produktifitas pulau-pulau kecil lebih tinggi daripada pulau yang lebih besar (Polis & Hurt 1996). Tumbuhan laut yang produktif akan memungkinkan pulau-pulau kecil mendapat produktifitas yang lebih tinggi dari laut dibanding dari tumbuhan di darat.

Salah satu yang menarik untuk dikemukakan dari iktiofauna di pulau-pulau kecil adalah

tentang ikan amfidromus, yakni kelompok ikan yang memijah di perairan tawar dan larva yang baru menetas beruaya ke laut untuk makan dan tumbuh di laut sampai tahap juvenil, kemudian mereka kembali ke perairan tawar untuk mencari makan dan tumbuh sampai dewasa serta memijah (McDowall 2007).

Ikan kelompok amfidromus di dunia tersebar luas, dan umumnya ditemukan pada pulau-pulau daerah tropis sampai sub tropis dan biasa-

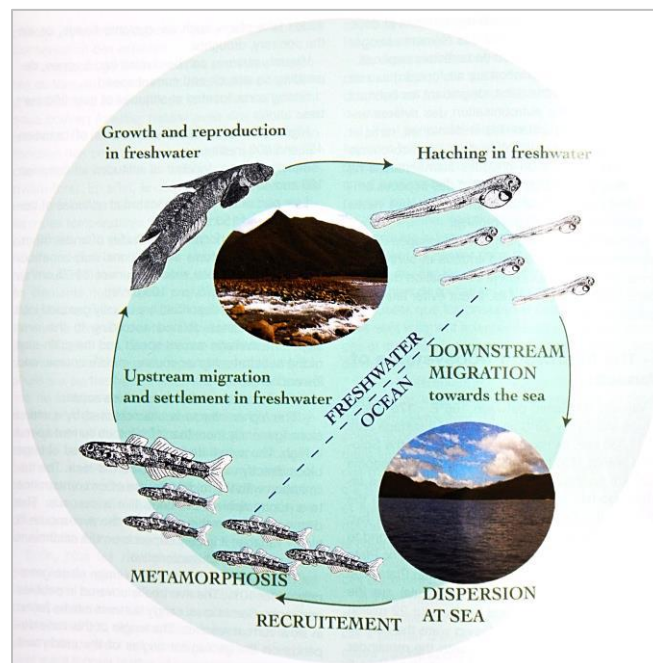
nya terisolasi oleh samudra, serta pulau-pulau di Karibia Amerika Tengah dan sekitarnya (McDowall 2007). Beberapa jenis ikan kelompok amfidromus di kepulauan Hawaii memiliki adaptasi morfologi, yaitu sirip perutnya membentuk semacam sayap dan memiliki otot yang kuat sehingga dapat memanjat air sungai terjal untuk memperluas penyebarannya (McRae 2007).

Kajian tentang ikan amfidromus telah banyak dilakukan di beberapa wilayah atau negara, antara lain di Kepulauan Hawaii, Jepang, Selandia Baru, dan Taiwan. Substansi penelitian yang telah banyak dilakukan diantaranya berkaitan dengan pola reproduksi dan ruaya ikan kelompok amfidromus, karena kedua aspek kajian ini sangat terkait dengan konsep ikan amfidromus. Di Indonesia, penelitian ikan kelompok amfidromus masih sangat langka.

Dominasi jenis-jenis ikan di pulau-pulau kecil dan di perairan terumbu karang adalah dari

famili Gobiidae yang bersifat amfidromous (Gambar 15). Ikan tersebut tumbuh dan memijah di perairan tawar namun anaknya akan menuju ke laut, berkembang di laut, namun akan kembali lagi ke perairan darat dan mengalami metamorfosis menjadi dewasa dan bereproduksi (Keith *et al.* 2015b).

Ikan gobiid air tawar di perairan tropis sekitar 90% dijumpai di perairan Indo-Pasifik, hanya 10% saja yang dijumpai di perairan Atlantik dan wilayah Karibia. Dalam upaya konservasi gobiid, badan dunia International Union of Conservation of Nature (IUCN) telah mengakses lima puluh satu spesies gobiid dari sub famili Sicydiinae, yang 21 spesies di antaranya dinyatakan *Data Deficient* atau data kurang, delapan spesies dinyatakan terancam sampai punah, tiga spesies rentan, dan tiga spesies hampir terancam (Keith *et al.* 2015b).



Gambar 15. Jenis ikan gobiid bersifat amfidromus spesies (Keith *et al.* 2015b)

Ikan gobiid sangat rentan terhadap perubahan lingkungan. Suatu contoh yang terjadi di Pulau Enggano, satu sungai dibendung dekat muara, airnya digunakan untuk mengairi sawah. Dampaknya di bagian hulu sungai tidak dijumpai lagi ikan yang beruaya ke laut, terutama ikan gobiid. Hal yang sama dijumpai di perairan Sulawesi Barat (Sauri, komunikasi pribadi).

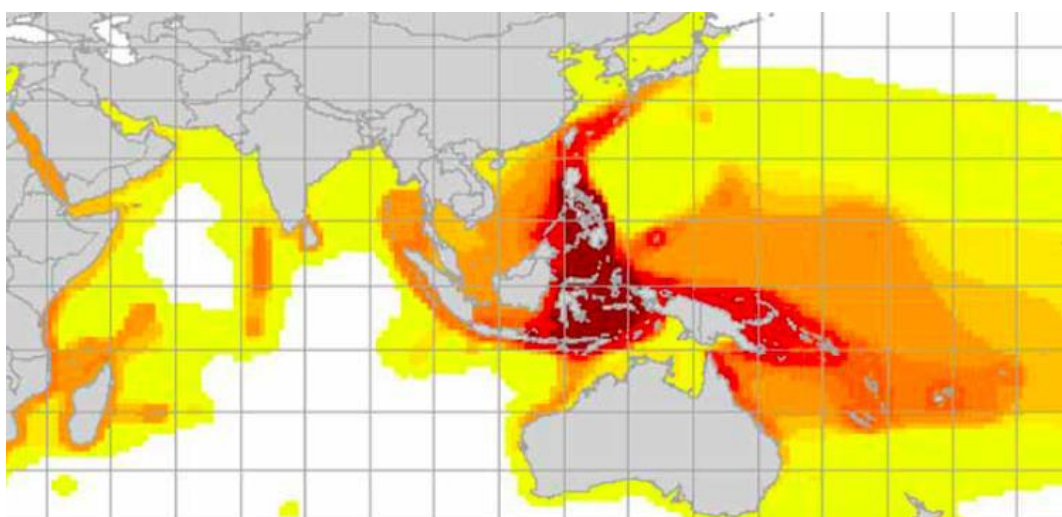
Iktiofauna di terumbu karang

Sebagai negara kepulauan, Indonesia merupakan habitat laut yang seolah tak berujung

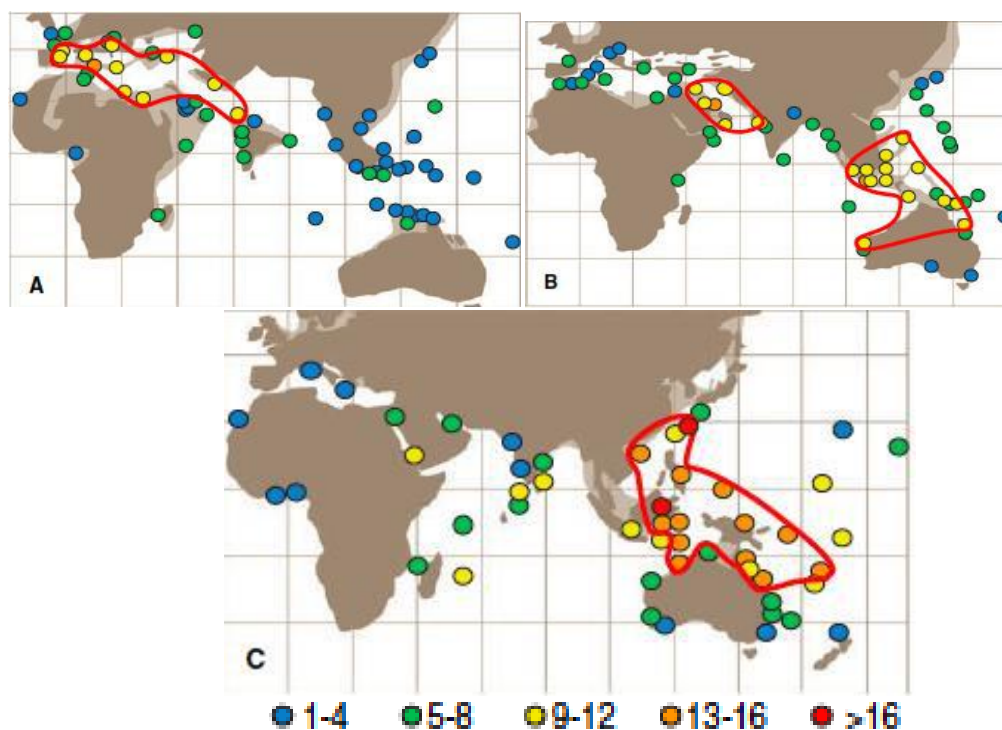
(Allen & Erdmann, 2012). Kepulauan Indonesia merupakan pusat, *biodiversity hotspot* untuk biota lautnya, terutama karena kekayaan biota terumbu karang yang luar biasa (Allen 2008). Dalam publikasinya 14 tahun yang lalu, Allen & Adrim (2003) telah mencatat ada 2056 spesies ikan di terumbu karang (Gambar 16). Empat tahun kemudian, Allen menyatakan jumlah spesies ikan di terumbu karang 2122 dan menempatkan Indonesia se-bagai negara yang memiliki spesies ikan terumbu karang tertinggi di dunia (Tabel 2, Allen 2008).

Tabel 2. Negara-negara dengan lebih dari 1000 spesies ikan terumbu karang, persentasenya terhadap total spesies ikan di wilayah *Indo-west* dan *central Pacific* (IWCP), perkiraan wilayah terumbu karang, kepadatan berdasar jumlah spesies per km² dan jumlah spesies endemik (Allen 2008)

Negara	Spesies	Percentase terhadap IWCP spp.	Luas area terumbu (km ²)	spp. km ⁻²	Jumlah spesies endemis
Indonesia	2122	54,4	51020	0,042	78
Australia	1827	46,8	48960	0,037	93
Filipina	1790	45,9	25060	0,071	29
Papua New Guinea	1635	41,9	13840	0,118	22
Malaysia	1549	39,7	3600	0,430	1
Jepang	1462	37,5	2900	0,504	26
Taiwan	1374	35,2	940	1,462	7
Kepulauan Solomon	1371	35,2	5750	0,238	3
Palau	1254	32,2	1661	0,755	3
Vanuatu	1105	28,3	4110	0,269	2
Fiji	1068	27,4	10020	0,107	15
Kaledonia Baru	1060	27,2	5980	0,177	7
Mikronesia	1031	26,4	4340	0,238	7



Gambar 16. Peta diversitas ikan terumbu karang di perairan Indo-Pasifik, warna kuning mengindikasikan jumlah spesies sekitar 200-400 species, warna lebih gelap jumlah spesies sekitar 1300-1700 species (Allen & Erdmann 2012).



Gambar 17. Perubahan lokasi pusat biodiversitas biota laut: A. Saat pertengahan hingga akhir Eocene 42-39 juta tahun lalu; B. Saat awal Miocene 23-16 juta tahun lalu; C. Kondisi saat ini (Renema *et al.* 2008).

Tingginya biodiversitas biota di kawasan terumbu karang tersebut membentuk area seperti segitiga, sehingga dikenal dengan nama Coral Triangle. Ada enam negara di wilayah Coral Triangle yang meliputi area seluar 6 juta km² yaitu Indonesia, Malaysia, Filipina, Papua Nugini, Timor Leste dan Kepulauan Solomon. Di Coral Triangle ini hidup 76% dari coral species dunia, 6 dari 7 spesies penyu laut dunia (WWF 2017).

Penelitian fauna benthic foraminifera, ikan, tumbuhan mangrove, dan coral menunjukkan bahwa ada pusat biodiversitas biota laut dulunya ada di Laut Mediterania saat periode pertengahan-akhir Eocene, terjadi perubahan lokasi pada masa Awal Miocene dan pada saat ini (Renema *et al.* 2008) (Gambar 17)

Jumlah total ikan terumbu karang di Indonesia sekitar 2600 spesies. Wilayah yang tertinggi keanekaragaman iktiofaunanya adalah Papua

Barat, dengan sekitar 1766 spesies, terutama di Kepulauan Raja Ampat dengan 1565 spesies (Allen 2007, Allen & Erdmann 2009). Checklist spesies ikan terumbu karang di wilayah kepala burung, Papua Barat telah dipublikasikan oleh Allen & Erdmann (2009). Di terumbu karang P. Enggano dijumpai 56 jenis ikan target, 30 jenis ikan indikator dan 103 jenis ikan major (Adrim 2007).

Famili yang jumlah spesiesnya tertinggi adalah Gobiidae dengan 405 species. Grup ikan ini mempunyai sirip perut yang menyatu membentuk satu cakram untuk melekatkan diri pada suatu benda di habitatnya. Labridae merupakan famili kedua dengan 200 spesies, sedangkan Pomacentridae dengan 176 spesies. Sebagian besar anggota famili Gobiidae, Labridae, dan Pomacentridae sangat potensial sebagai ikan hias karena pola warna tubuhnya sangat menarik.



Gambar 18. Ikan yang hidup di terumbu karang Pulau Flores, *Paracheilinus rennyae*.

Salah satu jenis ikan terumbu karang yang sangat menarik dan menjadi favorit para penyelam adalah *flasher wrasse fish*. Ikan ini mempunyai pola warna yang menarik dan akan memancarkan cahaya fluorescence saat senja ketika lingkungan sekelilingnya gelap gulita. Salah satunya adalah jenis *Paracheilinus rennyae* (Gambar 18) yang dijumpai di perairan Pulau Flores (Allen *et al.* 2013).

Pengembangan potensi iktiofauna di pulau-pulau kecil dan terumbu karang

Uraian di atas membuktikan bahwa iktiofauna pulau-pulau kecil dan terumbu karang (P2TK) Indonesia sangat tinggi biodiversitasnya. Ikan di perairan P2TK sangat menarik dan banyak jenis yang endemik.

Fenomena tingginya keragaman iktiofauna ini menarik para wisatawan, baik dalam ataupun luar negeri untuk berkunjung ke perairan terumbu karang Indonesia. Mereka menikmati indahnya pulau-pulau dan lingkungan yang masih asri, menyelam di laut jernih seperti kristal dengan beraneka ragam ikan laut, juga kultur masyarakat, dan makanan yang khas.

Pulau-pulau kecil dan terumbu karang sangat potensial sebagai kawasan ekowisata yang diharapkan dapat melibatkan masyarakat setempat. Mereka dapat diberdayakan sebagai pemandu lapangan, menyediakan transportasi, hotel atau homestay, juga dapat meningkatkan industri rumah tangga. Membuat souvenir atau pun menjual makanan khas setempat sebagai buah tangan saat wisatawan kembali ke tempat asalnya.

Pada saat ini banyak kapal *liveabroad* yang beroperasi di wilayah perairan laut Indonesia. Kapal ini layaknya hotel terapung yang menyediakan semua kebutuhan yang diperlukan wisatawan, ada *welcome drink*, kamar berAC, *free wifi*, makanan dan minuman ala Indonesia dan ala barat. Peralatan menyelam disediakan dengan sewa yang telah ditentukan, demikian pula armada *speedboat*. Biaya perhari perorang sekitar 145 -467 Euro. Saat ini ada sekitar 42 kapal *liveabroad* yang beroperasi di Indonesia, terutama di wilayah timur.

Sebagian besar jenis yang ditemukan termasuk endemik dan sebagian yang lain telah mulai terancam keberadaannya. Upaya untuk melestarikan eksistensinya perlu terus dilakukan. Hal ini dapat berjalan baik bila tersedia data da-

sar aspek biologi dan ekologi ikan-ikan tersebut, seperti reproduksi, makanan, pertumbuhan, dan habitat esensialnya. Berangkat dari data tersebut maka upaya konservasi baik *in situ* maupun *ex situ* dapat dirancang dan dilaksanakan. Sangat disayangkan bahwa sampai kini data tersebut masih sangat kurang, salah satu penyebabnya adalah penelitian yang masih sangat terbatas dan terkendala oleh berbagai hal. Salah satunya adalah penelitian untuk mengungkap iktiofauna belum menjadi prioritas atau perhatian pemerintah.

Sebagaimana telah disebutkan di atas bahwa ikan-ikan mempunyai bentuk dan pola warna yang indah yang dipandang sehingga berpotensi sebagai ikan hias. Selama ini ikan hias laut lebih banyak dari hasil tangkapan, dan sering dilakukan dengan menggunakan sianida. Hal ini perlu dicegah dengan mengembangkan ikan dengan melakukan domestikasi. Apabila hal ini berhasil, maka pasokan ikan hias ke pasaran akan terjamin dalam jumlah dan waktu yang tepat, karena ikan hias berasal dari budi daya. Dengan demikian tidak perlu lagi menangkap dari alam, dan kelestarian ikan di habitat alamnya terjamin.

Daftar pustaka

- Adrim M. 2007. Komunitas ikan karang di perairan Pulau Enggano, Provinsi Bengkulu. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 33: 139-158.
- Allen GR, Adrim M. 2003. Coral reef fishes of Indonesia. *Zoological Studies*, 42(1): 1-72.
- Allen GR. 2008. Conservation hotspots of biodiversity and endemism for Indo-Pacific coral reef fishes. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18(5): 541-556.
- Allen GR, Unmack PJ, Hadiaty RK. 2008. Two new species of rainbowfishes (*Melanotaenia*: Melanotaeniidae), from, western New Guinea (Papua Barat Province, Indonesia). *Aqua, International Journal of Ichthyology*, 14(4): 209-224.
- Allen GR, Erdmann MV. 2009. Reef fishes of the Bird's Head Peninsula, West Papua, Indonesia. *Check List*, 5(3): 587-628.
- Allen GR, Hadiaty RK. 2011. A new species of rainbowfish (Melanotaeniidae), from western New Guinea (West Papua Province, Indonesia). *Fishes of Sahul*, 25(1): 602-607.
- Allen GR, Erdmann MV. 2012. Reef fishes of the East Indies. Volume I-III. Tropical Reef Research, Perth, Australia. 1260 p.
- Allen GR, Hadiaty RK. 2013. *Melanotaenia sneideri*, a new species of rainbowfish (Melanotaeniidae) from West Papua Province, Indonesia. *Aqua, International Journal of Ichthyology*, 19(3): 137-146.
- Allen GR, Erdmann MV, Yusmalinda NLA. 2013. *Paracheilinus rennyae*, a new species of flasherwrasse (Perciformes: Labridae) from southern Indonesia. *aqua, International Journal of Ichthyology*, 19(4): 193-206.
- Allen GR, Hadiaty RK, Unmack PJ. 2014. *Melanotaenia flavipinnis*, a new species of rainbowfish (Melanotaeniidae) from Misool island, West Papua Province, Indonesia. *Aqua, International of Ichthyology*, 20(1): 35-52.
- Allen GR, Hadiaty RK. 2014. Two new species of freshwater gudgeons (Eleotridae: *Mogurnda*) from the Arguni Bay Region of West Papua, Indonesia. *Aqua, International Journal of Ichthyology*, 20(2): 97-110.
- Allen GR, Unmack PJ, Hadiaty RK. 2014. Three new species of rainbowfishes (Melanotaeniidae) from the Birds Head Peninsula, West Papua Province, Indonesia. *Aqua, International Journal of Ichthyology*, 20(3): 139-158.
- Allen GR, Unmack PJ, Hadiaty RK. 2015. *Melanotaenia rubrivittata*, a new species of rainbowfish (Melanotaeniidae) from Northwestern Papua Province, Indonesia. *Fishes of Sahul*, 29(1): 846-859.
- Allen GR, Hadiaty RK, Unmack PJ, Erdmann MV. 2015. Rainbowfishes (*Melanotaenia*: Melanotaeniidae) of the Aru Islands, Indonesia with descriptions of five new species and redescription of *M. patoti* Weber and *M. senckenbergianus* Weber. *Aqua, International Journal of Ichthyology*, 21(2): 66-108.

- Allen GR, Erdmann MV, Hadiaty RK. 2015. *Acentrogobius limarius*, a new species of goby (Pisces: Gobiidae) from West Papua Province, Indonesia. *Journal of the Ocean Science Foundation*, 15: 33-40.
- Allen GR, Unmack PJ, Hadiaty RK. 2016a. The goldiei group of rainbowfishes (Melanotaeniidae) from the Birds Neck region of New Guinea (Papua and West Papua Provinces, Indonesia) with descriptions of five new species and recognition of *Melanotaenia dumasi* Weber. *Aqua, International Journal of Ichthyology*, 22(1): 1-32.
- Allen GR, Unmack PJ, Hadiaty RK. 2016b. *Pseudomugil luminatus*, a new species of blue-eye (Teleostei: Pseudomugilidae) from southern New Guinea, with notes on *P. gertrudae*. *Fishes of Sahul*, 30(1): 950-961.
- Graf JA, Herder F, Hadiaty RK. 2015. A new species of rainbowfish (Melanotaeniidae), *Melanotaenia garylangei*, from western New Guinea (Papua Province, Indonesia). *Fishes of Sahul*, 29(2): 870-881.
- Hadiaty RK, Siebert DJ. 1998. Two new species of *Osteochilus* (Teleostei: Cyprinidae) from Sungai Lembang, Suag Balimbing Research Station, Gunung Leuser National Park, Aceh, Northwestern Sumatra. *Revue Française d'Aquariologie Herpétologie*, 25(1-2): 1-4.
- Hadiaty RK, Siebert DJ. 2001. A new species of loach, genus *Nemacheilus* (Osteichthyes, Balitoridae) from Aceh, Sumatra, Indonesia. *Bulletin of the Natural History Museum, Zoology Series*, 67(2): 183-189.
- Hadiaty RK, Kottelat M. 2009a. *Nemacheilus tebo*, a new loach from Sangkulirang Karst, East Kalimantan, Indonesia (Teleostei: Nemacheilidae). *The Raffles Bulletin of Zoology*, 57(1): 119-125.
- Hadiaty RK, Kottelat M. 2009b. *Pangio lidi*, a new species of loach from eastern Borneo, Indonesia (Teleostei: Cobitidae). *Zootaxa*, 2171: 65-68.
- Hadiaty RK, Kottelat M. 2009c. *Rasbora lacrimula*, a new species of cyprinid fish from eastern Borneo (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyological Exploration of Freshwater*, 20(2): 105-109.
- Hadiaty RK, Kottelat M. 2010. *Nemacheilus marang*, a new loach (Teleostei: Nemacheilidae) from Sangkulirang Karst, eastern Borneo. *Zootaxa*, 2557: 39-48.
- Hadiaty RK, Allen GR. 2011. *Glossamia arguni*, a new species of freshwater cardinalfish (Apogonidae) from West Papua Province, Indonesia. *Aqua, International Journal of Ichthyology*, 17(3): 173-180.
- Hall R. 1996. Reconstructing Cenozoic SE Asia. In: Hall R, Blundell DJ. (eds.). *Tectonic Evolution of Southeast Asia*. Geological Society Special Publication No. 106, pp. 153-184.
- Hall R. 1998. The plate tectonics of Cenozoic SE Asia and the distribution of land and sea. In: Hall R, Holloway JD. (eds.). *Biogeography and Geological Evolution of SE Asia*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. pp. 99-131.
- Hall R. 2001. Cenozoic reconstructions of SE Asia and the SW Pacific: changing patterns of land and sea. In: Metcalfe I, Smith JMB, Morwood M, Davidson I. (eds.). *Faunal and Floral Migrations and Evolution in SE Asia-Australasia*. Balke-ma, Rotterdam. Pp.35-56.
- Hall R. 2014. Indonesian tectonics: subduction, extension, provenance and more. Proceedings 38th Annual Convention & exhibition. Indonesian Petroleum Association. IPA14-G-360.
- Herder F, Hadiaty RK, Nolte AW. 2012. Pelvic-fin brooding in a new species of riverine ricefish (Atherinomorpha: Beloniformes: Adrianichthyidae) from Tana Toraja, Central Sulawesi, Indonesia. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 60(2): 467-476.
- Hoesel DF, Hadiaty RK, Herder F. 2015. Review of the dwarf *Glossogobius* lacking head pores from the Malili Lakes, Sulawesi, with a discussion of the definition of the genus. *Raffles Bulletin of Zoology*, 63: 14-26.
- Huylebrouck J, Hadiaty RK, Herder F. 2012. *Nomorhamphus rex*, a new species of viviparous halfbeak (Atherinomorpha: Beloniformes: Zenarchopteridae) endemic to Sulawesi Selatan, Indonesia. *Raffles Bulletin of Zoology*, 60(2): 477-485.
- Huylebrouck J, Hadiaty RK, Herder F. 2014. Two new species of viviparous halfbeak (Atherinomorpha: Beloniformes: Zenarchopteridae) endemic to Sulawesi

- Tenggara, Indonesia. *Raffles Bulletin of Zoology*, 62: 200-209.
- Kadarusman, Hadiaty RK, Segura G, Setiawibawa G, Caruso D, Pouyaud L. 2012. Four new species of rainbowfishes (Melano-taeniidae) from Arguni Bay, West Papua, Indonesia. *Cybiurn*, 36(2): 369-382.
- Keith P, Allen GR, Lord C, Hadiaty RK. 2011. Five new species of *Sicyopterus* (Gobioidi: Sicydiinae) from Papua New Guinea and Papua. *Cybiurn*, 35(4): 299-318.
- Keith P, Hadiaty RK, Lord C. 2012. A new species of *Belobranchus* (Teleostei: Gobioidi: Eleotridae) from Indonesia. *Cybiurn*, 36 (3): 479-484.
- Keith P, Hadiaty RK, Hubert N, Busson F, Lord C. 2014. Three new species of *Lentipes* from Indonesia. *Cybiurn*, 38(2): 133-146.
- Keith P, Hadiaty RK, Busson F, Hubert N. 2014. A new species of *Sicyopus* (Gobiidae) from Java and Bali. *Cybiurn*, 38(3): 173-178.
- Keith P, Hadiaty RK. 2014. *Stiphodon annieae*, a new species of freshwater goby from Indonesia (Gobiidae). *Cybiurn*, 38(4): 267-272.
- Keith P, Busson F, Sauri S, Hubert N, Hadiaty RK. 2015. A new *Stiphodon* (Gobiidae) from Indonesia. *Cybiurn*, 39(3): 219-225.
- Keith P, Lord C, Maeda K. 2015. *Indo-Pacific Sicydiine gobies: biodiversity, life straits and conservation*. Société Française d'Ichthyologie. Paris. 256 p.
- Keith P, Lord C, Busson F, Sauri S, Hubert N, Hadiaty RK. 2015. A new species of *Sicyopterus* (Gobiidae) from Indonesia. *Cybiurn*, 39(4): 243-248.
- Larson HK, Geiger MF, Hadiaty RK, Herder F. 2014. *Mugilogobius hitam*, a new species of freshwater goby (Teleostei: Gobioidi: Gobiidae) from Lake Towuti, central Sulawesi, Indonesia. *Raffles Bulletin of Zoology*, 62: 718-725.
- McDowall RM. 2007. On amphidromy, a distinct form of diadromy in aquatic organisms. *Fish and Fisheries*, 8(1): 1-13.
- McRae MG. 2007. The potential for source-sink population dynamics in Hawaii's amphidromous fishes. In: Evenhuis NL, Fitzsimons JM. (eds.). *Biology of Hawaiian Streams and Estuaries*. Bishop Museum
- Bulletin in Cultural and Environmental Studies 3. pp. 87-98.
- Ng HH, Wirjoatmodjo S, Hadiaty RK. 2001a. *Mystus punctifer*, a new species of bagrid catfish (Teleostei: Siluriformes) from northern Sumatra. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 49(2): 355-358.
- Ng HH, Wirjoatmodjo S, Hadiaty RK. 2001b. *Hemibagrus caveatus*, a new species of bagrid catfish (Teleostei: Siluriformes) from northern Sumatra. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 49(2): 359-361.
- Ng HH, Wirjoatmodjo S, Hadiaty RK. 2004. *Kryptopterus piperatus*, a new species of silurid catfish (Teleostei: Siluridae) from northern Sumatra. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 15(1): 91-95.
- Ng HH, Hadiaty RK. 2005. Two new bagrid catfishes (Teleostei: Bagridae) from the Alas River drainage, northern Sumatra. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 16(1): 83-92.
- Ng HH, Hadiaty RK. 2008. *Glyptothorax plectilis*, a new species of hillstream catfish from northern Sumatra (Teleostei: Sisoridae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 157: 137-147.
- Ng HH, Hadiaty RK. 2009a. *Glyptothorax ketambe*, a new catfish (Teleostei: Sisoridae) from northern Sumatra. *Zootaxa*, 2085: 61-68.
- Ng HH, Hadiaty RK. 2009b. *Ompok brevirectus*, a new catfish (Teleostei: Siluridae) from Sumatra. *Zootaxa*, 2232: 50-60.
- Ng HH, Hadiaty RK. 2011. *Clarias microspillus*, a new walking catfish (Teleostei: Clariidae) from northern Sumatra, Indonesia. *Journal of Threatened Taxa*, 3(3): 1577-1584.
- Ng HH, Hadiaty RK, Lundberg JG, Luckenbill KR. 2015. A new genus and species of bagrid catfish from northern Sumatra (Siluriformes: Bagridae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 164(1): 149-157.
- Nielsen JG, Schwarzhans W, Hadiaty RK. 2009. A blind, new species of *Diancistrus* (Teleostei, Bythitidae) from three caves on Muna Island, southeast of Sulawesi, Indonesia. *Cybiurn*, 33(3): 241-245.

- Nugraha MFI, Kadarusman, Hubert N, Avarre J-C, Hadiaty RK, Slembrouck J, Carman O, Sudarto, Ogistira R, Pouyaud L. 2015. Eight new species of Rainbowfishes (Melanotaeniidae) from the Bird's Head Region, West Papua, Indonesia. *Cybium*, 39(2): 99-130.
- Page LM, Hadiaty RK, López JA, Rachmatika I, Robins RH, 2007. Two new species of *Akysis variegatus* species group (Siluriformes: Akysidae) from southern Sumatra and a redescription of *Akysis variegatus* Bleeker, 1846. *Copeia*, 2007(2): 292-303.
- Parenti LR, Hadiaty RK. 2010. A new, remarkably colorful, small ricefish of the genus *Oryzias* (Beloniformes, Adrianichthyidae) from Sulawesi, Indonesia. *Copeia*, 2010(2): 268-273.
- Parenti LR, Hadiaty RK, Lumbantobing D, Herder F. 2013. Two new ricefishes of the genus *Oryzias* (Atherinomorpha: Beloniformes: Adrianichthyidae) augment the endemic freshwater fish fauna of South-eastern Sulawesi, Indonesia. *Copeia*, 2013(3): 403-414.
- Polis GA, Hurd SD. 1996. Linking marine and terrestrial food webs: Allochthonous input from the ocean supports high secondary productivity on small islands and coastal land communities. *The American Naturalist*, 147(3): 396-423.
- Pouyaud L, Kadarusman, Hadiaty RK, Slembrouck J, Lemauc N, Kusumah RV, Keith P. 2012. *Oxyeleotris colasi* (Teleostei: Eleotridae), a new blind cave fish from Lengguru in West Papua, Indonesia. *Cybium*, 36(4): 521-529.
- Renema W, Bellwood DR, Braga JC, Bromfield K, Hall R, Johnson KG, Lunt P, Meyer CP, McMonagle LB, Morley RJ, O'Dea A, Todd JA, Wesselingh FP, Wilson MEJ, Pandolfi JM. 2008. Hoping hotspots: global shifts in marine biodiversity. *Science*, 321(5889): 654-657.
- Thomson AW, López JA, Hadiaty RK, Page LM. 2008. A new species of *Nanobagrus* (Teleostei: Bagridae) from southern Sumatra. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 157: 67-72.
- Voris HK. 2000. Maps of Pleistocene sea levels in Southeast Asia: shorelines, river systems and time durations. *Journal of Biogeography*, 27(5): 1153-1167.
- Watson RE, Kottelat M. 2006. Two new freshwater gobies from Halmahera, Maluku, Indonesia (Teleostei: Gobioidi: Sicydiinae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 17(2): 121-128.
- wwf.panda.org/coral triangle. Diakses 13 Maret 2017.

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 19 Nomor 1 Bulan Februari Tahun 2019, yaitu:

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

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

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

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

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

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

Djamhuriyah S. Said, MSi (Pusat Penelitian Limnologi – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong)

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

Jeffrey Jack Mamangkey Dr. (Universitas Negeri Manado)

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

Prawira ARP Tampubolon MSi. (Loka Penelitian Perikanan Tuna – Denpasar)

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

Senny Helmiati, M.Sc. (Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada)

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

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



Selamat jalan Srikandi Iktiologi

Rabu 30 Januari 2019 menjelang subuh, ketika sedang menyiapkan dan menyunting *Jurnal Iktiologi Indonesia* edisi ini, datang berita yang menyentak dan mengagetkan. Ibu Renny dipanggil oleh Yang Mahakuasa pada pukul 04.30. Ibu Renny meninggalkan suami, dua putra dan satu putri. Kami sangat sedih dan berduka dengan berpulangnya bu Renny.

Bu Renny, yang bernama lengkap Renny Kurnia Hadiaty, dilahirkan di Malang pada tanggal 21 Agustus 1960 di kota Malang. Menyelesaikan sarjananya di Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman pada tahun 1985, dan tahun berikutnya bu Renny diterima sebagai peneliti di Pusat Penelitian Biologi, LIPI. Sejak tahun itu bu Renny terus bertekun meneliti ikan, khususnya taksonomi. Pada tahun 2014 ibu Renny meraih gelar Doktor di Universitas Ryukyu, Jepang.

Dedikasinya bagi pengembangan taksonomi ikan sangat luar biasa dan mengagumkan.

Tercatat ada 68 spesies ikan baru di Indonesia yang ditemukan oleh bu Renny dan teman-temannya yang dipublikasikan pada jurnal internasional. Bu Renny tidak segan untuk masuk keluar hutan, danau, sungai dan alam liar lainnya, tanpa mengenal lelah dan bahaya demi untuk menemukan ikan baru. Bu Renny tidak pernah memikirkan kesehatannya. Ini adalah cuplikan suratnya tanggal 31 Oktober 2018: *Selama ini saya berusaha untuk bekerja semaksimal mungkin dan istirahat seminimal mungkin. Rupanya Tuhan YMK memberikan peringatan bahwa tubuhpun perlu diperhatikan, perlu istirahat cukup, sehingga saya diberi cobaan sakit serius yang mengharuskan saya untuk istirahat total.*

Bu Renny termasuk sepuluh orang pemrakarsa berdirinya **Masyarakat Iktiologi Indonesia** pada tahun 2000. Sejak tahun itu bu Renny selaku pengurus selalu aktif dalam mengembangkan organisasi profesi ini. Pada tahun 2010 bu Renny menjadi ketua panitia Seminar

Nasional Ikan ke 6 dan Kongres Masyarakat Iktiologi Indonesia ke 3. Terakhir almarhumah menjabat sebagai wakil ketua pada masa kepengurusan 2018-2022.

Sampai akhir hayatnya, ibu Renny terus memikirkan pekerjaan. Di tengah sakitnya, bu Renny menjadi ketua penyunting prosiding seminar nasional ikan ke 10. Pada akhir bulan Januari prosiding tersebut selesai dicetak. Sayang, bu Renny tidak melihat fisik prosiding tersebut. Jurnal Iktiologi Indonesia 19(1) edisi bulan ini memuat tulisan terakhir almarhumah berupa ulas balik. Tulisan ini menunjukkan kecintaan bu Renny pada ikan, apa yang sudah dilakukan, dan pesan agar penelitian ikan terus dilanjutkan. Dalam ulas balik ini bu Renny memperlihatkan betapa banyak ikan yang belum kita kenal. *Keanekaragaman jenis ikan di*

Indonesia belum semuanya terungkap. Masih banyak wilayah perairan yang belum pernah diteliti dan tidak tertutup kemungkinannya untuk jenis-jenis baru yang belum ditemukan dan diberi nama.

Kita telah kehilangan seorang taksonomis sejati. Bu Renny adalah seorang pahlawan dalam pengembangan ilmu, di bidang iktiologi. Dialah Srikandi Iktiologi Indonesia yang berjuang tanpa pamrih, tanpa mengharap balas jasa maupun sanjungan. Selamat jalan Srikandi untuk memenuhi panggilan Sang Pencipta, kami mengiring dengan doa. Kami bersyukur pernah berjalan bersama ibu. Kami keluarga besar Masyarakat Iktiologi Indonesia akan terus melanjutkan perjuanganmu. Berjuang untuk ikan Indonesia, untuk lingkungan, dan untuk Indonesia yang lebih baik.

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

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

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

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

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

Pengajuan naskah

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

jurnal-iktiologi.org

dan melalui surat elektronik dengan alamat:

iktiologi_indonesia@yahoo.co.id

Naskah yang diterima penyunting akan ditelaah oleh dua mitra bestari anonim yang kompeten untuk memperoleh penilaian konstruktif agar mendapatkan suatu baku publikasi yang tinggi.

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

Penyiapan naskah

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

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

- Peta memuat petunjuk garis lintang dan garis bujur, serta menyebutkan sumber data.
- Gambar atau foto organisme atau bagian organisme harus diberi keterangan skala.
- Periksa untuk memastikan bahwa gambar telah diberi nomor secara benar seperti yang dikutip dalam teks. Nomor dan judul gambar terletak di bagian bawah gambar.
- Pastikan bahwa tabel telah diberi nomor dengan benar dan berurutan sesuai dengan nomor yang dikutip dalam teks. Posisi nomor dan judul tabel terletak di atas tabel. Judul sebaiknya jelas, lengkap dan informatif. Letakkan sumber data dan catatan tepat di bawah tabel. Jangan memuat garis vertikal pada tabel. Hilangkan garis horizontal dari tabel, kecuali garis atas dan bawah judul kolom dan garis akhir dasar tabel.
- Ketepatan pengutipan pustaka sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. JII menganut sistem nama-tahun dalam pengutipan. Nama keluarga dan tahun publikasi dicantumkan dalam teks *eg.* Rahardjo & Simanjuntak (2007) atau (Rahardjo & Simanjuntak 2007) untuk satu dan dua penulis; Sjafei *et al.* (2008) atau (Sjafei *et al.* 2008) untuk penulis lebih dari dua. Penulisan banyak pustaka kutipan dalam teks diurutkan dari yang tertua *eg.* (Gonzales *et al.* 2000, Stergiou & Moutopoulos 2001, Khaironizam & Norma-Rashid 2002, Abdurahiman *et al.* 2004, Frota *et al.* 2004; dan Tarkan *et al.* 2006). Pustaka bertahun sama disusun berurut menurut abjad penulis. Pustaka dari penulis yang sama dan dipublikasikan pada tahun yang sama dibedakan oleh huruf kecil (a, b, c dan seterusnya) yang ditambahkan pada tahun publikasi, *eg.* Syafei 2018a, Syafei 2018b.

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. Cantumkan alamat surat elektronik semua penulis.

Abstrak ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Inggris tidak melebihi 250 kata. Abstrak memu-

at tujuan, apa yang dilakukan (metode), apa yang ditemukan (hasil), dan simpulan. Hindari singkatan dan kutipan pustaka. Abstrak terdiri atas satu alinea.

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

Pendahuluan menjelaskan secara utuh dan jelas alasan mengapa studi dilakukan. Hasil-hasil sebelumnya yang terkait dengan studi anda (*state of the art*) dirangkum dalam suatu acuan yang padat. Nyatakan tujuan penelitian anda.

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

Hasil. Di sini anda kemukakan informasi dan hasil yang diperoleh berdasarkan metode yang digunakan. Jangan mengutip pustaka apapun pada bab ini.

Pembahasan. Nilai suatu naskah ditentukan oleh suatu pembahasan yang baik. Di sini hasil studi anda dihubungkan dengan hasil studi sebelumnya. Hasil diinterpretasikan dengan dukungan kejadian atau pustaka yang memadai. Hasil yang tidak diharapkan atau anomali perlu dijelaskan. Penggunaan pustaka primer mutakhir (10 tahun terakhir) sangat dianjurkan.

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, Tjakra-widjaja 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*". Contoh:

Rahardjo MF, Syafei LS. 2019. *Spesies Invasif Akuatik*. (*in press*)

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

Yuli Andriani, Mia Setiawati, Mas Tri Djoko Sunarno Kecernaan pakan dan kinerja pertumbuhan yuwana ikan gurami, <i>Osphronemus goramy</i> Lacepede, 1801 yang diberi pakan dengan penambahan glutamin [Diet digestibility and growth performance of giant gouramy juvenile, <i>Osphronemus goramy</i> Lacepede, 1801 fed on diet supplemented using glutamine]	1
Jusmaldi, Dedy Duryadi Solihin, Ridwan Affandi, MF Rahardjo, Rudhy Gustiano Biologi reproduksi ikan lais <i>Ompok miostoma</i> (Vaillant 1902) di Sungai Mahakam Kalimantan Timur [Reproductive biology of silurid catfishes <i>Ompok miostoma</i> (Vaillant 1902) in Mahakam River East Kalimantan].	13
Erlangga, Zulfikar, Hariyati Rekombinasi hormon tiroksin dan hormon rGH terhadap pertumbuhan dan sintasan larva ikan maskoki, <i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758) [Effect of thyroxine and rGH hormone recombinant on growth and survival goldfish larvae, <i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)]	31
Muhammad Sami Daryanto, Odang Carman, Dinar Tri Soelistyowati, Rahman Penentuan tingkat ploidi pada poliploid patin siam <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> Sauvage, 1878 hasil manipulasi genetik berdasarkan jumlah nukleolus per sel [Ploidy level determination in genetically modified polyploid striped catfish <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> Sauvage, 1878 based on the number of nucleoli per cell].	43
Gamel Koncara, Nur Bambang Priyo Utomo, Mia Setiawati, Muhamad Yamin Peningkatan kualitas warna ikan sumatra albino, <i>Puntigrus tetrazona</i> (Bleeker, 1855) dengan pakan buatan yang diperkaya tepung bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) [Improved quality of color sumatra barb, <i>Puntigrus tetrazona</i> (Bleeker, 1855) with artificial feed enriched red spinach flour (<i>Amaranthus tricolor</i> L.)] .	53
Hasan Ayyubi, Agung Budiharjo, Sugiyarto Karakteristik morfologis populasi ikan tawes <i>Barbonymus gonionotus</i> (Bleeker, 1849) dari lokasi perairan berbeda di Provinsi Jawa Tengah [Morphological characteristics of silver barb fish population <i>Barbonymus gonionotus</i> (Bleeker, 1849) from different waters locations in Central Java Province].	65
Munawar Khalil, Yunidar, Mahdaliana, Munawwar Khalil, Rachmawati Rusydi, Zulfikar Efektivitas biji pepaya (<i>Carica papaya</i> L) dalam menurunkan fungsi reproduksi ikan nila gift, <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758 [The effectiveness of the papaya seed (<i>Carica papaya</i> L) for reproductive function of Tilapia, <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)]	79
Rosidah, Ibnu Dwi Buwoo, Walim Lili, Ibnu Bangkit Suryadi, Ade Reza Triandika Ketahanan ikan lele sangkuriang, <i>Clarias gariepinus</i> Burchell 1822 terhadap <i>Aeromonas hydrophila</i> pasca pemberian ekstrak daun kelor (<i>Moringa oleifera</i> L.) melalui pakan [The resistance of sangkuriang catfish (<i>Clarias gariepinus</i> Burchell 1822) against <i>Aeromonas hydrophila</i> bacteria given moringa leaf extracts (<i>Moringa oleifera</i> L.) through the feed]	97
Yoke Hany Restiangsih dan Nur'ainun Muchlis Beberapa aspek biologi ikan lencam, <i>Lethrinus lentjan</i> (Lacepede, 1802) di perairan Bangka dan sekitarnya [Biological aspects of pink ear emperor, <i>Lethrinus lentjan</i> (Lacepede, 1802) in Bangka and adjacent waters]	115

(Lanjutan - lihat sampul dalam)



Ris Dewi Novita, Kukuh Nirmala, Eddy Supriyono, Idil Ardi Efektivitas paparan spektrum cahaya lampu Light Emitting Diode (LED) terhadap pertumbuhan dan kualitas warna yuwana ikan badut, <i>Amphiprion percula</i> (Lacépède, 1802) [The effectiveness of LED light spectrum exposure on growth and color performance of orange clownfish, <i>Amphiprion percula</i> (Lacépède, 1802) juvenile]	127
Nyoman Dati Pertami, M.F. Rahardjo, Ario Damar, I.W. Nurjaya Makanan dan kebiasaan makan ikan lemuru, <i>Sardinella lemuru</i> Bleeker, 1853 di perairan Selat Bali [Food and feeding habit of Bali <i>Sardinella</i> , <i>Sardinella lemuru</i> Bleeker, 1853 in Bali Strait waters]	143
Widyatmoko, Hefni Effendi, Niken TM Pratiwi Pertumbuhan dan sintasan ikan nila, <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) pada sistem akuaponik dengan padat tanaman vetiver (<i>Vetiveria zizanioides</i> L. Nash) yang berbeda [The growth and survival rate of Nile tilapia, <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) in the aquaponic system with different vetiver (<i>Vetiveria zizanioides</i> L. Nash) plant density]	157
Renny K Hadiaty, MF Rahardjo, Gerald R Allen Iktiofauna di pulau-pulau kecil dan terumbu karang serta jenis-jenis baru ikan air tawar di perairan Indonesia [Ichthyofauna in small islands and coral reef and new freshwater species in Indonesian waters]	167