

Pertumbuhan elver *Anguilla bicolor* McClelland, 1844 pascapembantutan yang dipelihara di media semi alami

[Growth of stunted elver of the Indonesian shortfin eel *Anguilla bicolor* McClelland, 1844 rearing in semi-natural media]

Latifa Fekri^{1,2}, Ridwan Affandi³, M. F. Rahardjo³, Tatag Budiardi⁴, Charles P. H. Simanjuntak³ ✉

¹Mahasiswa Program Doktoral, Pengelolaan Sumber Daya Perairan, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

²Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo, Jl. H. E. A. Mokodompit Anduonohu, Kendari 93232

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

⁴Departemen Budi Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

Diterima: 5 Oktober 2018; Disetujui: 2 April 2019

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pertumbuhan elver *Anguilla bicolor* pascapembantutan dari tiga periode pembantutan yang berbeda. Proses pembantutan yang dilakukan sebelumnya dengan membatasi jumlah pemberian pakan sebanyak 2% dari biomassa dan pengaturan suhu media pemeliharaan 24 °C selama 2, 4, dan 6 bulan. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan masa pembantutan yang berbeda (yaitu A = 2 bulan; B = 4 bulan; C = 6 bulan) dan masing-masing tiga ulangan. Pengukuran nisbah RNA:DNA, kandungan protein, gambaran profil darah dan pertumbuhan otolit elver dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan. Elver pascapembantutan dipelihara pada media buatan yang dirancang sesuai dengan habitat alami elver dan terkontrol. Elver ditebar 15 ekor per sekat pada media buatan semi alami dengan suhu 28 °C dan diberi pakan sebanyak 1 kg cacing sutera per media per hari selama tiga bulan pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan kompensasi elver pascapembantutan meningkat dua hingga tiga kali dengan sintasan 100% setelah pemeliharaan tiga bulan. Pembantutan memberikan pengaruh yang signifikan pada perlakuan B, ditunjukkan oleh nilai laju pertumbuhan spesifik bobot, nisbah RNA:DNA, kandungan protein, kadar glukosa darah dan pertumbuhan otolit. Penelitian ini menunjukkan bahwa keragaan pertumbuhan elver pascapembantutan empat bulan yang dipelihara di media semi alami lebih baik daripada perlakuan lainnya.

Kata penting: elver, nisbah RNA:DNA, pertumbuhan, pembantutan

Abstract

This study aimed to evaluate the growth of stunted elver *Anguilla bicolor* from three different periods of stunting process. Prior to experiment, the stunting process of elver was carried out by limiting the feeding rate at 2% of the fish biomass and temperature media with 24 °C for 2, 4, and 6 months period. The study used a completely randomized design with three different sources of stunted elvers (i.e., A = 2 months; B = 4 months; C = 6 months) as treatments with three replications. Measurement of RNA:DNA ratio, protein content, profile blood description and elver otolith growth was carried out at the beginning and end of rearing process. Post-stunting elvers were reared on artificial media designed according to elver habitat and controlled. Elver was stocked with 15 individuals in the artificial semi-natural media with a temperature of 28 °C and fed with 1 kg media⁻¹ day⁻¹ tubifex worm for three months. The results showed that the compensatory growth of stunted elvers increased two to three times with 100% of survival rate after three months of rearing process. Stunting has a significant effect on treatment B, indicated by the value of weight specific growth rates, RNA : DNA ratio, protein content, blood glucose levels and otolith growth of elvers. This study revealed that the growth performance of stunted elver reared in semi-natural media for four months is better than other treatments.

Keywords: elver, growth, RNA : DNA ratio, stunting

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: charles_phs@apps.ipb.ac.id

Pendahuluan

Ikan sidat merupakan ikan katadromus. Sidat dewasa melakukan ruaya ke laut dalam untuk proses pemijahan dan sidat kaca (*glass eel*) beruaya ke perairan tawar untuk pertumbuhan (Arai 2014). Pada stadium larva, sidat berbentuk seperti daun dan tembus cahaya, yang disebut *leptocephalus*. *Leptocephalus* hidup di tengah samudra sebagai plankton dan terbawa arus mendekati daerah pantai. *Leptocephalus* bermetamorfosis menjadi sidat kaca yakni menyerupai bentuk ikan sidat dewasa namun tidak memiliki pigmen tubuh. Sidat kaca hidup di muara sungai dan mengembangkan pigmen tubuh eksternal. Sidat kaca yang telah mengalami pigmentasi menjadi hitam kecoklatan disebut elver. Elver mendiami bagian badan sungai dan saat pigmen tubuh elver berubah warna menjadi coklat kekuning-kuningan maka stadia sidat disebut sebagai *yellow eel*. Tahap terakhir ikan sidat hidup di perairan tawar terlihat pada perubahan pigmen tubuh menjadi warna perak sehingga disebut *silver eel*. Ikan sidat pada stadia ini siap melakukan ruaya dan selanjutnya memijah di laut pada kedalaman >200 m (Van Ginneken & Maes 2005). Hasil penelitian Sugeha *et al.* (2006) menunjukkan bahwa bobot tubuh *silver eel* (*Anguilla marmorata*) yang telah siap beruaya berkisar antara 1,7-22,5 kg.

Ikan sidat (*Anguilla bicolor*) merupakan ikan konsumsi yang memiliki permintaan mencapai 600.000 ton th⁻¹ (WWF 2018). Namun tingginya permintaan tersebut tidak diimbangi oleh ketersediaan pasokan ikan sidat. Maraknya kegiatan budi daya terutama di negara-negara Asia Timur (Jepang, Taiwan, dan Tiongkok) dan di Eropa (Italia dan Jerman) mengakibatkan tingginya eksploitasi sidat kaca dan elver di alam (Arai 2016). Pada kegiatan budi daya,

benih sidat seluruhnya diperoleh dari perairan alami, sehingga tingginya pemanfaatan benih menyebabkan terjadinya penurunan populasi sidat kaca dan elver di alam (Arai 2014, ICES 2011). Pada tahun 1984-2000 tercatat penurunan pasokan sidat kaca dan elver sebesar 80% (Jepang) dan 99% (Eropa) (Dekker *et al.* 2003). Data hasil tangkapan sidat kaca pada tahun 2018 di Laut Utara Eropa tidak lebih dari 2,1% dibandingkan hasil tangkapan pada tahun 1960 (ICES 2018). Agar dapat mengimbangi permintaan pasar dan ketersediaan stok di alam, maka perlu upaya menjaga kelestarian sumber daya sidat, antara lain dengan penambahan stok di perairan alami melalui pelepasliaran (*restocking*) dan mengurangi penangkapan elver dari alam.

Pelepasliaran adalah kegiatan menebar kembali jenis-jenis ikan yang menurut sejarahnya mendiami perairan tersebut, namun dikarenakan suatu sebab maka telah terjadi penurunan populasi atau tidak ditemukan lagi (Baskoro 2011). Tiga hal yang perlu diperhatikan untuk keberhasilan pelepasliaran pada ikan sidat yakni ukuran yang tepat untuk ditebar, waktu penebaran, dan lokasi penebaran. Ukuran sidat yang tepat untuk ditebar adalah ikan dengan bobot rata-rata ± 2 g dan panjang total berkisar antara 9-12 cm (elver) (Affandi 2015). Waktu penebaran elver yang tepat adalah pada musim hujan, ketika volume air dan ketersediaan pakan alami melimpah (Haryono 2008). Lokasi penebaran harus diusahakan di bagian perairan yang memiliki kedalaman 5-10 m sehingga pada musim kemarau bagian perairan tersebut tetap berair dan aman bagi elver untuk tumbuh dengan baik. Bagian dari perairan yang dimaksud adalah lubuk sungai (Affandi 2015).

Waktu pelepasliaran elver di alam berteepatan dengan musim kelimpahan sidat kaca yak-

ni pada musim hujan. Pemeliharaan sidat kaca sampai pada ukuran elver (± 2 g) membutuhkan waktu 3-4 bulan. Elver hasil pemeliharaan tersebut jika langsung dilepasliarkan akan menyebabkan rendahnya peluang hidup, karena bertepatan dengan awal musim kemarau. Namun jika elver dipelihara sampai pada musim hujan berikutnya maka ukuran elver akan mencapai ukuran >100 g ekor⁻¹ dan elver dengan ukuran ini memerlukan biaya yang besar sehingga tidak efisien dalam usaha pemeliharaan. Apabila elver akan ditebar pada saat musim hujan berikutnya dan tetap berukuran ± 2 g, maka elver tersebut harus dibantutkan. Dengan demikian upaya pelepasliaran dapat berlangsung secara efisien dan ekonomis (Affandi 2015).

Pembantutan atau pengerdilan tubuh adalah upaya untuk menghambat ikan tumbuh dan ukuran tubuh yang dicapai di bawah ukuran rata-rata normal (Chizinski *et al.* 2010). Pembantutan dilakukan untuk memenuhi permintaan terhadap ikan-ikan ekonomis tinggi seperti perch (*Perca fluviatilis*) (Gosch *et al.* 2010), rohu (*Labeo rohita*) (Kumar *et al.* 2011; Das *et al.* 2016), bluegill (*Lepomis macrochirus*) (Aday *et al.* 2002), *Aristichthys nobilis* (Santiago *et al.* 2004), diskus (*Symphysodon* spp.) (Livengood *et al.* 2009), dan ikan sidat (*Anguilla bicolor bicolor*) (Fekri *et al.* 2015).

Pembantutan dapat terjadi baik secara alami (Kooten *et al.* 2007) maupun buatan (Fekri *et al.* 2015). Hasil penelitian Fekri *et al.* (2018) memperlihatkan bahwa metode pembantutan secara buatan melalui pembatasan pakan dan pengaturan suhu media pemeliharaan menghasilkan benih hasil pembantutan yang seragam dengan keragaan pertumbuhan yang prima. Pembantutan dapat memengaruhi struktur morfologis, anatomis, kondisi fisiologis, dan

tingkah laku ikan (Chizinski *et al.* 2010). Faktor lingkungan di alam seperti kelimpahan predator dan keterbatasan makanan umumnya dapat menyebabkan kekerdilan (Kooten *et al.* 2007). Bhujel *et al.* (2007) menyatakan bahwa ikan hasil pembantutan memiliki pertumbuhan kompensasi lebih cepat ketika dipelihara pada kondisi lingkungan optimal dengan pemberian pakan maksimal.

Jobling (2010) menyatakan bahwa pertumbuhan kompensasi ikan akan lebih tinggi ketika mengalami periode pembantutan yang lebih lama. Namun hasil penelitian Santiago *et al.* (2004) pada yuwana bighead carp (*Aristichthys nobilis*) dan Das *et al.* (2016) pada yuwana rohu (*Labeo rohita*) menunjukkan bahwa lama waktu pembantutan yang berbeda menghasilkan laju pertumbuhan kompensasi yang berbeda, dan lama pembantutan empat bulan memperlihatkan laju pertumbuhan kompensasi yang lebih baik pada ikan pascapembantutan. Berdasarkan informasi tersebut, maka lama waktu pembantutan dua, empat, dan enam bulan digunakan dalam durasi pembantutan elver untuk mengetahui waktu pembantutan yang optimal bagi pertumbuhan kompensasi elver pascapembantutan.

Untuk mengevaluasi apakah elver hasil pembantutan mengalami gangguan fisiologis dan pertumbuhan sebagaimana dinyatakan oleh Chizinski *et al.* (2010), ataupun memiliki pertumbuhan kompensasi yang baik pascapembantutan sebagaimana hasil penelitian Bhujel *et al.* (2007), maka elver hasil pembantutan harus dipelihara kembali pada kondisi yang mendukung pertumbuhannya, dapat dikontrol, dan dalam waktu yang dapat memperlihatkan kecenderungan pertumbuhan elver pascapembantutan. Media buatan semi alami adalah media pemeliharaan elver pascapembantutan yang dirancang

mendekati kondisi habitat alami elver. Substrat terdiri atas pasir dan bebatuan, air mengalir secara kontinu, dan pakan yang digunakan adalah cacing sutera (*Tubifex* sp.) segar. Media semi alami adalah media yang dapat dikontrol serta mendukung pertumbuhan elver. Ketersediaan makanan dan kondisi lingkungan adalah faktor utama dalam menunjang pertumbuhan elver (Diansyah *et al.* 2014). Desain media pemeliharaan semi alami yang menyerupai habitat alami ikan sidat telah dilakukan oleh Belpaire *et al.* (1992) untuk mendapatkan pertumbuhan yang optimal. Won & Borski (2013) menyatakan bahwa untuk melihat kecenderungan pertumbuhan kompensasi ikan pascapembantutan cukup tiga bulan karena ikan yang telah mengalami pertumbuhan kompensasi akan tumbuh normal kembali setelah tiga bulan pemeliharaan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pertumbuhan elver *Anguilla bicolor* pascapembantutan dua, empat, dan enam bulan yang dipelihara di media semi alami selama tiga bulan.

Bahan dan metode

Waktu dan tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Juli 2017 hingga Januari 2018 di Laboratorium Fisiologi Hewan Air Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Analisis fisik-kimia air dilaksanakan di Laboratorium Lingkungan Akuakultur FPIK IPB. Analisis glukosa darah, hemoglobin, dan hematokrit dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Fakultas Kedokteran Hewan IPB. Analisis komposisi kimia tubuh meliputi kadar air, protein, lemak, karbohidrat, dan abu dilaksanakan di Laboratorium Pusat Penelitian Sumber Daya Hayati dan Bioteknologi IPB. Pengukuran diameter otolit di-

laksanakan di Laboratorium Biologi Makro FPIK IPB.

Rancangan percobaan

Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap terdiri atas tiga perlakuan dan satu kontrol dengan masing-masing tiga kali ulangan. Elver yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari hasil pembantutan dua, empat, dan enam bulan masa pemeliharaan di Laboratorium Fisiologi Hewan Air FPIK IPB. Perlakuan yang digunakan adalah perlakuan A: pemeliharaan elver pascapembantutan dua bulan, perlakuan B: pemeliharaan elver pascapembantutan empat bulan, dan perlakuan C: pemeliharaan elver pascapembantutan enam bulan, sedangkan kontrol adalah pemeliharaan elver pada media semi alami selama tiga bulan tanpa proses pembantutan terlebih dahulu. Lama waktu pembantutan yang berbeda yaitu dua, empat, dan enam bulan dilakukan untuk mengetahui lama waktu pembantutan yang optimal bagi pertumbuhan kompensasi elver. Evaluasi lama waktu pembantutan optimal yang menghasilkan pertumbuhan kompensasi terbaik dilakukan dengan pemeliharaan selama masing-masing tiga bulan pascapembantutan. Pemeliharaan tiga bulan pascapembantutan dilakukan untuk melihat kecenderungan pertumbuhan kompensasi elver.

Prosedur percobaan

Wadah yang digunakan pada penelitian ini adalah bak persegi panjang terbuat dari kayu yang dilapisi terpal plastik berukuran 350 cm × 50 cm × 50 cm. Pada dasar wadah diberi bebatuan dan pasir serta diberi guntingan-guntingan tali rafia hitam sebagai tempat berlindung. Tiap wadah diberi sekat berupa waring sehingga menjadi tiga ruangan (ulangan). Bagian ujung wadah pemeliharaan dihubungkan dengan media filter berdimensi 50×50×50 cm³ yang

berfungsi untuk menyaring kotoran hasil pemeliharaan. Filter terdiri atas bebatuan, kain kasa, ijuk, arang, dan biobol. Sistem wadah pemeliharaan dalam penelitian ini dirancang mendekati kondisi alami habitat elver. Bagian bawah wadah filter terdapat pompa pengisap yang dihubungkan ke bagian atas wadah pemeliharaan sehingga air mengalir secara kontinu.

Elver dengan kisaran panjang total 12-13 cm dan bobot tubuh 2,5-2,7 g ditebar 15 ekor per sekat. Pakan yang digunakan adalah cacing sutera (*Tubifex* sp.) dan diberikan pada sore hari yaitu pada pukul 16.00 WIB. Pakan diberikan setiap sore hari sebanyak 1 kg dengan rincian pemberian 1/3 kg per sekat selama masa pemeliharaan. Penggantian air sebanyak 100% dilakukan satu bulan sekali berdasarkan hasil uji pendahuluan.

Prosedur pengamatan

Pengamatan pada penelitian ini meliputi:

- Jumlah ikan yang mati diamati setiap hari selama masa pemeliharaan.
- Penimbangan bobot tubuh elver pada tiap perlakuan dilakukan pada awal penebaran dan setiap akhir bulan masa pemeliharaan menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g.
- Pengukuran panjang tubuh elver pada tiap perlakuan dilakukan pada awal penebaran dan setiap akhir bulan masa pemeliharaan menggunakan penggaris dengan ketelitian 0,1 mm.
- Pengukuran pertumbuhan elver menggunakan otolit sagitta kiri dan kanan. Sebanyak 90 otolit dari 45 ekor ikan pada tiap perlakuan, diukur menggunakan metode Campana & Neilson (1985).
- Pengukuran parameter darah meliputi kadar glukosa darah menggunakan metode GOD

– PAP (*Glucose Oxidase Phenol 4-Amino-antipirin*) (Sacks *et al.* 2011), kadar hemoglobin dan nilai hematokrit dengan metode *Practice Guidelines* (2015).

- Pengukuran komposisi kimiawi tubuh elver (air, protein, lemak, karbohidrat, dan abu) menggunakan metode yang dikemukakan oleh *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC 1980). Pengukuran dilakukan pada awal dan akhir penelitian.
- Pengukuran parameter lingkungan perairan berupa suhu diamati setiap hari, sedangkan oksigen terlarut, pH, dan amonia dilakukan pada setiap pergantian air.

Parameter uji

Parameter yang diuji pada penelitian ini mencakup tiga kelompok yaitu:

- Biometrik meliputi sintasan (S), laju pertumbuhan spesifik (LPS), koefisien keragaman (KK), dan nisbah RNA:DNA;
- Fisiologis meliputi komposisi kimiawi tubuh (air, protein, lemak, karbohidrat, dan abu), kadar glukosa darah, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit;
- Lingkungan media pemeliharaan meliputi suhu, oksigen terlarut, potensial hidrogen (pH), dan amonia.

Sintasan dihitung menggunakan rumus Goddard (1996):

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

Keterangan: S= Sintasan (%); N_t = jumlah ikan akhir (ekor); N_0 = jumlah ikan awal (ekor)

Laju pertumbuhan spesifik dihitung menggunakan rumus Huisman (1987):

$$LPS = \left[\sqrt[t]{\frac{\hat{w}_t}{\hat{w}_0}} - 1 \right] \times 100$$

Keterangan: LPS= laju pertumbuhan spesifik (% hr⁻¹); \hat{w}_t = bobot rata-rata ikan akhir (g), \hat{w}_0 = bobot rata-rata ikan awal (g); t= lama waktu pemeliharaan (hari)

Koefisien keragaman dihitung dengan rumus Steel & Torrie (1981):

$$KK = (s/y) \times 100$$

Keterangan: KK= koefisien keragaman; s= simpangan baku; y= nilai rata-rata

Analisis data

Data yang diperoleh selama penelitian dianalisis menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel 2007 dan SPSS versi 16,0 meliputi:

- 1) Analisis ragam pada selang kepercayaan 95% dilakukan terhadap parameter sintasan (S), laju pertumbuhan spesifik (LPS), koefisien keragaman (KK), kadar glukosa darah, kadar hemoglobin, nilai hematokrit, komposisi kimiawi tubuh, dan fisik-kimiawi air. Jika terdapat perbedaan nyata antara perlakuan maka dilanjutkan dengan uji Tukey pada selang kepercayaan 95% (Steel & Torrie 1981).
- 2) Analisis kovarian (Matic-Skoko *et al.* 2011) digunakan untuk regresi otolit kiri dan kanan. Jika tidak ditemukan perbedaan yang nyata, maka hanya ada satu regresi linier tunggal yang digunakan untuk memperoleh data diameter otolit. Regresi dianalisis menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel untuk menentukan hubungan

antara diameter otolit dan panjang ikan. Hubungan antara total panjang ikan dan diameter otolit didapatkan dengan menggunakan persamaan linier:

$$TL = a (OL) + b$$

Keterangan: TL = panjang ikan total (mm); OL = diameter otolit; a, b = koefisien konstan.

Hasil

Data sintasan (S), laju pertumbuhan spesifik (LPS), koefisien keragaman (KK), dan nisbah RNA:DNA elver pada perlakuan A, B, dan C disajikan pada Tabel 1. Tabel ini menunjukkan nilai sintasan pada semua perlakuan sebesar 100%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh pada laju pertumbuhan spesifik bobot dengan nilai α 0,01 dan nisbah RNA:DNA dengan nilai α 0,00 ($p < 0,05$).

Hasil analisis hubungan diameter otolit dan panjang total tubuh elver pascapembantuan setelah dipelihara selama tiga bulan di media semi alami disajikan pada Gambar 1. Hasil analisis hubungan diameter otolit dan panjang total tubuh elver memperlihatkan korelasi positif antara diameter otolit dan panjang total tubuh elver dengan nilai $R^2 > 0,85$ (Gambar 1).

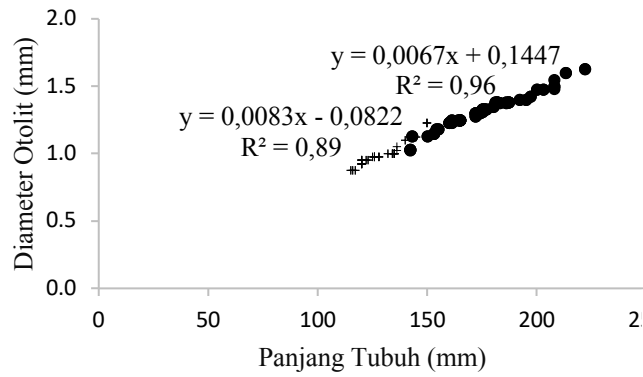
Tabel 1. Nilai biometrik elver pascapemeliharaan

Parameter	Kontrol	Perlakuan		
		A	B	C
S (%)	100,00±0,00 ^a	100,00±0,00 ^a	100,00±0,00 ^a	100,00±0,00 ^a
LPS (%): Bobot	0,93±0,02 ^a	1,07±0,04 ^b	1,23±0,07 ^c	1,02±0,00 ^b
Panjang	0,27±0,01 ^a	0,34±0,04 ^a	0,34±0,06 ^a	0,27±0,03 ^a
Otolit	0,23±0,00 ^a	0,28±0,06 ^a	0,36±0,09 ^a	0,24±0,05 ^a
KK (%): Bobot	22,70±3,25 ^a	22,00±7,55 ^a	22,90±7,20 ^a	21,20±2,56 ^a
Panjang	8,92±2,01 ^a	10,11±2,40 ^a	11,91±3,65 ^a	10,02±2,48 ^a
Otolit	6,97±0,84 ^a	9,15±2,38 ^a	11,75±3,45 ^a	8,39±1,20 ^a
RNA:DNA ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	0,26±0,00 ^a	0,48±0,00 ^c	0,53±0,02 ^d	0,34±0,00 ^b

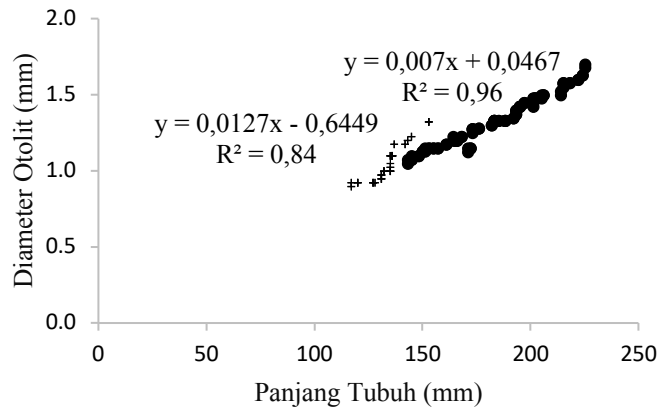
Keterangan: Huruf tika atas yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% (uji lanjut Tukey); S= sintasan; LPS= laju pertumbuhan spesifik; KK= koefisien keragaman; A= pemeliharaan elver

pascapembantutan dua bulan; B= pemeliharaan elver pascapembantutan empat bulan; C= pemeliharaan elver pascapembantutan enam bulan.

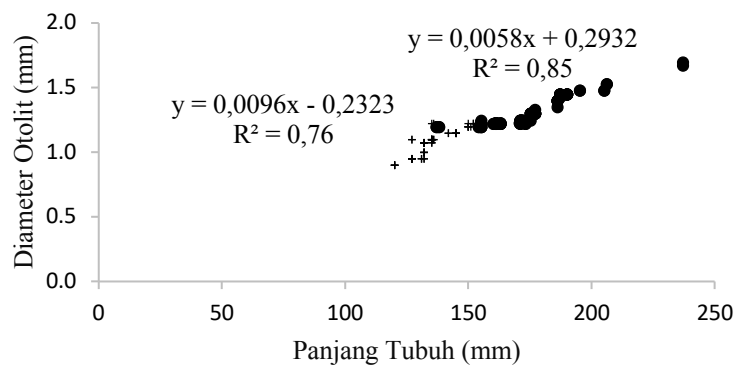
A



B



C



Gambar 1 Hubungan diameter otolit dan panjang total tubuh elver setelah pemeliharaan selama tiga bulan di media semi alami (●) menggunakan elver hasil pembantutan (+) dua bulan (A), empat bulan (B), dan enam bulan (C)

Komposisi kimiawi tubuh elver pada perlakuan A, B, dan C ditunjukkan dengan hasil pengukuran beberapa parameter yang disajikan pada Tabel 2. Hasil uji Tukey menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara perlakuan dan kontrol. Kandungan protein lebih tinggi pada perlakuan B dibandingkan perlakuan yang lain.

Respons stres elver pada setiap perlakuan terlihat dari nilai gambaran profil darah seperti kadar glukosa darah, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit (Tabel 3). Hasil uji Tukey me-

nunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara perlakuan dengan kontrol khususnya kadar glukosa darah. Kadar glukosa darah pada perlakuan B memperlihatkan nilai yang lebih tinggi daripada perlakuan lainnya yaitu 94,33 mg dL⁻¹.

Kandungan fisik-kimiawi air media pemeliharaan elver pada perlakuan A, B, dan C disajikan pada Tabel 4. Nilai parameter fisik-kimiawi air pada media pemeliharaan selama penelitian memiliki nilai kisaran yang tidak berbeda antarperlakuan ($p > 0,05$).

Tabel 2. Komposisi kimiawi tubuh elver pascapemeliharaan

Komposisi kimiawi tubuh (%)	Kontrol	Perlakuan		
		A	B	C
Kadar air	74,41±0,48 ^b	74,29±0,27 ^b	75,53±0,10 ^b	72,86±0,71 ^a
Protein	16,31±0,07 ^a	16,46±1,22 ^a	18,12±0,11 ^b	16,47±0,35 ^{ab}
Lemak	3,82±0,28 ^a	4,82±0,34 ^b	4,86±0,05 ^b	5,69±0,20 ^c
Serat kasar	0,32±0,08 ^b	0,70±0,09 ^d	0,53±0,05 ^c	0,00±0,00 ^a
Abu	3,56±0,05 ^b	2,16±0,16 ^a	2,34±0,26 ^a	2,35±0,43 ^a

Huruf tika atas yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% (uji lanjut Tukey).

Tabel 3. Gambaran profil darah elver pascapemeliharaan

Parameter	Kontrol	Perlakuan		
		A	B	C
Glukosa darah (mg dL ⁻¹)	70,00±2,43 ^a	90,88±4,42 ^b	94,33±3,12 ^b	86,18±5,13 ^b
Hemoglobin (g 100 mL ⁻¹)	8,88±0,52 ^a	8,94±0,44 ^a	8,61±0,84 ^a	9,97±0,57 ^a
Hematokrit (%)	18,00±1,42 ^a	20,00±1,52 ^a	21,50±3,85 ^a	29,00±1,44 ^b

Huruf tika atas yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% (uji lanjut Tukey).

Tabel 4. Nilai rata-rata parameter fisik-kimiawi air selama pemeliharaan

Parameter	Kontrol	Perlakuan		
		A	B	C
Suhu (°C)	28±1 ^a	28±1 ^a	28±1 ^a	28±1 ^a
Oksigen terlarut (mg L ⁻¹)	6,1±0,45 ^a	6,2±0,60 ^a	6,0±0,65 ^a	5,9±0,66 ^a
pH	7,4±0,23 ^a	7,6±0,03 ^a	7,3±0,26 ^a	7,3±0,38 ^a
Amonia (mg L ⁻¹)	0,005±0,003 ^a	0,008±0,004 ^a	0,055±0,082 ^a	0,011±0,006 ^a

Huruf tika atas yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% (uji lanjut Tukey).

Pembahasan

Pertumbuhan elver hasil pemeliharaan pada media semi alami memperlihatkan keragaman yang baik dengan nilai sintasan 100% pada masing-masing perlakuan. Hal ini membuktikan bahwa kondisi lingkungan yang dibuat menyerupai kondisi alami dan pemberian pakan alami yaitu cacing sutera dengan komposisi protein yang tinggi (52%) mampu menjadi sumber energi yang dimanfaatkan dengan baik oleh elver untuk proses pertumbuhannya. Ketersediaan pakan memiliki peran penting dalam pemeliharaan ikan terutama pada stadia elver. Arief *et al.* (2011) dan Perdana *et al.* (2016) menyatakan bahwa pertumbuhan ikan memiliki hubungan yang erat dengan pakan, baik kualitas maupun kuantitasnya. Pakan yang memenuhi kebutuhan gizi yang tepat dapat berpengaruh terhadap percepatan pertumbuhan ikan. Hal ini didukung oleh komposisi kimiawi tubuh elver dalam 100 g bobot basah pascapemeliharaan pada semua perlakuan khususnya protein memiliki nilai di atas 16%.

Laju pertumbuhan spesifik bobot harian elver pada masing-masing perlakuan mengalami pertumbuhan kompensasi dengan nilai laju pertumbuhan bobot harian di atas 1%. Hasil penelitian ini membuktikan adanya pemulihan pertumbuhan bagi elver ikan sidat yang telah dibantutkan. Fenomena pertumbuhan kompensasi telah diungkapkan oleh Jobling (2010) yang menyatakan bahwa pertumbuhan kompensasi ikan akan lebih tinggi ketika mengalami periode pembatasan makanan lebih lama. Elver yang telah mengalami kondisi keterbatasan makanan memiliki kemampuan mengonsumsi pakan yang cepat setelah dipelihara di media semi alami. Ikan memiliki kemampuan mengonsumsi pakan

yang lebih besar (*hyperphagia*) akibat dari kondisi keterbatasan pakan dan kondisi lingkungan yang sebelumnya tidak mendukung bagi pertumbuhan ikan (Won & Borski 2013; Stumpf & Greco 2015).

Taufik *et al.* (2017) menyatakan bahwa *A. bicolor* memiliki enzim protease dalam pankreas dan usus depan yang aktivitasnya dapat melambat ketika kondisi makanan berkurang dan sebaliknya aktivitas enzim tersebut dapat meningkat sangat cepat saat ketersediaan makanan melimpah. Aktivitas enzim metabolisme yang meningkat akan menyebabkan laju proses metabolisme semakin cepat dan kadar metabolit dalam darah semakin tinggi. Metabolit yang tinggi dalam darah akan menyebabkan ikan cepat lapar dan nafsu makan meningkat, sehingga tingkat konsumsi pakan bertambah (Lestari & Dewantoro 2018). Hasil penelitian Santiago *et al.* (2004) pada ikan mas ukuran 3 g juga memperlihatkan pertumbuhan kompensasi pascapembantutan. Hasil penelitian Lingam *et al.* (2018) memperlihatkan bahwa ikan pascapembantutan memiliki bobot tubuh yang lebih tinggi yaitu 64,40% dibandingkan ikan pada pemeliharaan normal.

Kinerja metabolisme tubuh elver pascapembantutan memperlihatkan peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Hal ini dapat dilihat dari gambaran profil darah dan akumulasi makanan yang meningkat pada elver pascapembantutan, khususnya ditunjukkan oleh nilai laju pertumbuhan spesifik bobot (Tabel 1). Gambaran profil darah elver pascapembantutan memperlihatkan kadar glukosa darah, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit yang berada pada kondisi yang optimum. Kadar glukosa darah ikan normal berkisar antara 52-161 mg dL⁻¹

(Isani *et al.* 2015). Kadar hemoglobin darah ikan normal berada pada kisaran 6-16,5 g 100 mL⁻¹ (Hamid *et al.* 2013). Nilai hematokrit pada ikan sidat berkisar antara 18-44% (Đikic *et al.* 2013). Tubuh membutuhkan glukosa, hemoglobin, dan hematokrit yang optimum untuk menjamin proses metabolisme dapat berlangsung dengan baik. Hemoglobin berfungsi untuk mengikat oksigen yang digunakan dalam proses katabolisme sehingga menghasilkan energi (Purwanti *et al.* 2014).

Elver pada perlakuan B (Tabel 1) memperlihatkan keragaan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya dengan nilai laju pertumbuhan spesifik bobot tubuh, panjang tubuh, dan diameter otolit masing-masing 1,23%, 0,34%, dan 0,36%. Tingginya nilai laju pertumbuhan spesifik elver pada perlakuan B tersebut diikuti dengan nilai koefisien keragaman bobot tubuh, panjang tubuh, dan diameter otolit dengan nilai masing-masing 22,90%, 11,91% dan 11,75%. Tingginya nilai laju pertumbuhan spesifik khususnya bobot tubuh disebabkan oleh nafsu makan yang tinggi dan sifat makan ikan sidat yang rakus pascapembantutan. Hal ini ditunjukkan oleh kecepatan mengonsumsi pakan, saat pakan diletakkan di media pemeliharaan. Pannetier *et al.* (2016) juga menyatakan bahwa sidat adalah salah satu ikan predator yang rakus. Sevgili *et al.* (2012) mengemukakan bahwa metode pembantutan dapat dilakukan untuk membangkitkan pertumbuhan kompensasi yang didukung oleh kemampuan ikan dalam mengonsumsi pakan yang lebih besar pascapembantutan. Hal ini didukung oleh kinerja hormon pertumbuhan seperti *insulin-like growth factors* (IGFs) dan *ghrelin* (Won & Borski 2013). Ikan yang telah mengalami pembantutan akan memanfaatkan

energi cadangan yang ada di tubuhnya, selanjutnya pada periode pemberian makan kembali ikan akan memiliki kemampuan mengonsumsi pakan dengan cepat dalam jumlah yang melebihi normalnya sehingga menghasilkan pertumbuhan yang lebih cepat (Won & Borski 2013).

Komposisi kimiawi tubuh khususnya protein pada perlakuan B lebih tinggi nilainya (18,12%) dibandingkan dengan dua perlakuan yang lain (Tabel 2). Tingginya nilai protein elver pada perlakuan B disebabkan oleh kondisi kesehatan yang lebih baik daripada perlakuan lainnya, khususnya kadar glukosa darah (Tabel 3). Tingginya nilai protein elver pada perlakuan B juga diikuti oleh nisbah RNA:DNA dengan nilai 0,53 µg mL⁻¹. Meningkatnya nilai nisbah RNA:DNA pada perlakuan B menunjukkan bahwa kemampuan elver pada perlakuan B lebih baik dalam pembentukan sintesis protein dan selanjutnya berimplikasi kepada peningkatan laju pertumbuhan. Hasil penelitian Pamungkas *et al.* (2015) menunjukkan bahwa hubungan panjang dan bobot tubuh ikan patin siam berkorelasi erat ($R > 0,5$) dengan nisbah RNA:DNA. Performa (nilai morfologis) larva memiliki korelasi dengan nisbah RNA:DNA dan ada indikasi bahwa semakin baik nilai morfologis larva semakin tinggi nilai nisbah RNA : DNA (Haryanti *et al.* 2006, Parenrengi *et al.* 2013).

Otolit tersusun dari kalsium karbonat (CaCO₃) sebagai komponen utama, pada umumnya berbentuk aragonite dan deposit garam yang tersusun sebagai materi protein anorganik (Cabello *et al.* 2014) dan menyimpan informasi tentang ukuran dan pertumbuhan ikan (Gerard & Malca 2011). Hasil analisis hubungan diameter otolit dan panjang total tubuh elver tersebut menunjukkan bahwa panjang tubuh ikan memiliki korelasi positif terhadap pertumbuhan otolit

dengan nilai R^2 pada masing-masing perlakuan $>0,85$ (Gambar 1). Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan diameter otolit seiring dengan penambahan panjang total tubuh ikan. Hasil penelitian Wujdi *et al.* (2016) juga memperlihatkan hubungan yang erat antara diameter otolit dengan panjang tubuh ikan lemuru dan menyatakan bahwa panjang otolit menjadi indikator terbaik untuk mengestimasi panjang ukuran yang tepat bagi individu ikan.

Elver pada perlakuan C (hasil enam bulan masa pembantuan) memperlihatkan keragaman pertumbuhan yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Das *et al.* (2016) juga menemukan hal yang sama bahwa pertumbuhan kompensasi ikan *Labeo rohita* lebih tinggi pada ikan pascapembantuan empat bulan dan pertumbuhan kompensasi mulai menurun pada ikan pascapembantuan enam bulan. Pola yang sama juga dilaporkan oleh Santiago *et al.* (2004) bahwa laju pertumbuhan kompensasi ikan *Aristichthys nobilis* pascapembantuan enam bulan lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Temuan ini menunjukkan bahwa waktu pembantuan yang lebih lama justru menyebabkan laju pertumbuhan semakin rendah. Waktu pembantuan yang terlalu lama menyebabkan ikan mulai stres dan tidak dapat mengonsumsi pakan yang diberikan secara optimal. Ikan yang stres cenderung memiliki nafsu makan yang rendah (Firdaus *et al.* 2018).

Nilai gambaran profil darah elver setelah pemeliharaan tiga bulan di media semi alami pada masing-masing perlakuan mengalami peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Kadar glukosa darah, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit masing-masing secara berurutan berkisar antara 86,18-94,33 mg dL⁻¹, 8,61-9,97 mg dL⁻¹, dan 20,00-29,00%. Mening-

katnya nilai gambaran profil darah tersebut disebabkan oleh keaktifan elver bergerak dalam mencari makan akibat dari kondisi pembantuan. Driedzic *et al.* (2013) menyatakan bahwa setiap ikan memiliki kadar glukosa darah yang berbeda bergantung kepada ukuran dan aktivitasnya.

Kadar glukosa darah pada perlakuan B (pascapembantuan empat bulan) memiliki nilai yang lebih tinggi yaitu 94,33 mg dL⁻¹. Hal ini disebabkan oleh kemampuan elver untuk mencerna makanan dan keaktifan gerak yang lebih baik daripada perlakuan lainnya. Ikan yang memiliki aktivitas metabolisme yang tinggi akan meningkatkan nilai glukosa darah. Pada saat proses metabolisme, grelin akan mengirim sinyal melalui *pituitary* (kelenjar di bawah otak) ke penerima hormon pertumbuhan dan hormon yang dibentuk di dalam pankreas yang mengendalikan glukosa (Won & Borski 2013). Keaktifan gerak ikan dalam mengonsumsi pakan yang diberikan ditentukan oleh kondisi kesehatan ikan yang dapat memacu nafsu makan. Lama waktu pembantuan empat bulan memperlihatkan gambaran profil darah normal dan nilainya tidak jauh berbeda dengan gambaran profil darah kontrol, sehingga saat dipelihara kembali elver memiliki nafsu makan yang tinggi dan mampu mengonsumsi pakan secara optimal. Hal ini ditunjukkan oleh laju pertumbuhan spesifik yang juga lebih tinggi. Selanjutnya, perubahan profil gambaran darah dapat memberikan informasi status kesehatan ikan (Patriche *et al.* 2011; Fazio *et al.* 2013; Bianchi *et al.* 2014).

Kualitas air adalah parameter pendukung kehidupan bagi organisme. Selama pemeliharaan suhu berada pada kisaran 27-29 °C, oksigen terlarut $>5,20$ mg L⁻¹, pH $>7,09$ dan amonia $<0,016$ mg L⁻¹ (Tabel 4). Diansyah *et al.* (2014) menemukan bahwa suhu 27-29 °C, oksigen ter-

larut $>4 \text{ mg L}^{-1}$, dan amonia $<0,09 \text{ mg L}^{-1}$ menghasilkan sintasan elver (*A. bicolor bicolor*) terbaik dengan nilai 96,24%. Samsundari & Wirawan (2013) memperlihatkan bahwa pH air yang sesuai untuk larva ikan sidat (*A. bicolor*) berada pada kisaran 7-8. Secara keseluruhan, nilai parameter fisik-kimiawi air media pemeliharaan selama proses pemeliharaan berada pada kisaran yang dapat ditoleransi dan memberikan pertumbuhan yang baik bagi elver. Hal ini dibuktikan dengan nilai sintasan elver pada masing-masing perlakuan sebesar 100%. Desain media pemeliharaan buatan semi alami yang dilengkapi dengan sistem filtrasi dan resirkulasi mendukung terjaganya kualitas air yang baik bagi elver selama pemeliharaan.

Simpulan

Elver hasil pemeliharaan tiga bulan pada media semi alami pascapembantutan empat bulan memiliki keragaan pertumbuhan yang lebih baik yang didukung oleh parameter penentu pertumbuhan, seperti nisbah RNA:DNA, kandungan protein tubuh dan kadar glukosa darah. Upaya pembantutan elver layak dilakukan untuk sinkronisasi ukuran dan musim pada kegiatan pelepasliaran dan pemenuhan kebutuhan elver pada kegiatan budi daya pembesaran sidat di luar musim kelimpahannya.

Daftar pustaka

- Aday DD, Kush CM, Wahl DH, Philipp DP. 2002. The influence of stunted body size on the reproductive ecology of bluegill (*Lepomis macrochirus*). *Ecology of Freshwater Fish*, 11(3): 190-195.
- Affandi R. 2015. Pengembangan sumber daya ikan sidat (*Anguilla* spp.) di Indonesia. In: Baskoro MS (Ed.). *Teknologi Pengembangan Perikanan dan Kelautan untuk Memperkuat Ketahanan Pangan serta Memacu Perekonomian Nasional Secara Berkelanjutan*. IPB Press, Bogor. pp. 151-200.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 1980. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 13th edition. Arlington, Washington. 399 p.
- Arai T. 2014. Do we protect freshwater eels or do we drive them to extinction? *Springer Plus*, 3(534): 1-10.
- Arai T. 2016. *Biology and Ecology of Anguillid Eels*. CRC Press, London. 325 p.
- Arief M, Kukuh DP, Cahyoko Y. 2011. Pengaruh pemberian pakan buatan, pakan alami, dan kombinasinya terhadap pertumbuhan, rasio konservasi pakan dan tingkat kelulushidupan ikan sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 3(1): 61-65.
- Baskoro, MS. 2011. *Pengembangan Perikanan Tangkap Berkelanjutan melalui Program Pengayaan Stok Ikan*. Orasi ilmiah guru besar dalam rangka dies natalis IPB ke-48. Auditorium Sumardi Sastrakusumah FPIK - Institut Pertanian Bogor 19 November 2011. 92 p.
- Belpaire C, Van DH, Gao FY, Onevier. 1992. Food and feeding activity of glass eel (*Anguilla anguilla* L.) stocked in earthen ponds. *Irish Fisheries Investigations Series*, A(36): 43-54.
- Bhujel RC, Little DC, Hossain A. 2007. Reproductive performance and the growth of pre-stunted and normal Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish at varying feeding rates. *Aquaculture*, 273(1): 71-79.
- Bianchi MB, Jerônimo GT, Pádua SB, Satake F, Ishikawa MM, Tavares-Dias M, Martins ML. 2014. The hematological profile of farmed *Sorubim lima*: reference intervals, cell morphology and cytochemistry. *Veterinarski Arhiv*, 84(6): 677-690.
- Cabello MG, Barr EE, Solís EGC, Gómez MP, Boa AG. 2014. Morphometric analysis on sagittae, asteriscus and lapillus of Short-nose Mojarra *Diapterus brevisrostris* (Teleostei: *Gerreidae*) in Cuyutlan coastal Lagoon, Colima, Mexico. *Revista de Biología Marina Y Oceanografía*, 49(2): 209-223.
- Campana SE, Neilson JD. 1985. Microstructure of fish otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42(5): 1014-1032.

- Chizinski CJ, Pope KL, Wilde GR, Strauss RE. 2010. Implications of stunting on morphology of freshwater fishes. *Journal of Fish Biology*, 76(3): 564-579.
- Das PC, Mishra SS, Mishra B, Jayasankar P. 2016. Influence of juvenile stunting on grow-out performance of rohu, *Labeo rohita* (Hamilton, 1822). *Journal of Applied Ichthyology*, 32(5): 848-858.
- Dekker W, Casselman JM, Cairns DK, Tsukamoto K, Jellyman D, Lickers H. 2003. Québec declaration of concern: worldwide decline of eel resources necessitates immediate action. *Fisheries*, 28(12): 28-30.
- Diansyah S, Budiardi T, Sudrajat AO. 2014. Kinerja pertumbuhan *Anguilla bicolor bicolor* bobot awal 3 g dengan kepadatan berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 13(1): 46-53.
- Dikic D, Lisicic D, Matic-Skoko S, Tutman P, Skaramuca D, Franic Z, Skaramuca B. 2013. Comparative hematology of wild Anguilliformes (*Muraena helena*, L. 1758, *Conger conger*, L. 1758 and *Anguilla anguilla* L. 1758). *Animal Biology*, 63(1): 77-92.
- Driedzic WR, Clow KA, Short CE. 2013. Glucose uptake and metabolism by red blood cells from fish with different extracellular glucose levels. *Journal of Experimental Biology*, 216(3): 437-446.
- Fazio F, Marafioti S, Arfuso F, Piccione G, Faggio C. 2013. Comparative study of the biochemical and haematological parameters of four wild Tyrrhenian fish species. *Veterinarni Medicina*, 58(11): 576-581.
- Fekri L, Affandi R, Budiardi T. 2015. Pengaruh stunting terhadap kondisi fisiologis benih elver *Anguilla bicolor bicolor* McClelland, 1844. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 15(1): 65-75.
- Fekri L, Affandi R, Rahardjo MF, Budiardi T, Simanjuntak CPH, Fauzan T, Indrayani. 2018. The effect of temperature on the physiological condition and growth performance of freshwater eel elver *Anguilla bicolor bicolor* (McClelland, 1844). *Indonesian Aquaculture Journal*, 17(2): 181-190.
- Firdaus MW, Fitri ADP, Jayanto BB. 2018. Analisis adaptasi perubahan salinitas dan survival rate ikan koan (*Ctenopharyngodon idella*) sebagai alternatif umpan hidup pada *pole and line*. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 7(2): 19-28.
- Gerard TL, Malca E. 2011. Silver nitrate staining improves visual analysis of daily otolith increments. *Journal of American Science*, 7(1): 120-124.
- Goddard S. 1996. *Feed Management in Intensive Aquaculture*. Chapman and Hall, New York. 194 p.
- Gosch NJC, Pierce LL, Pope KL. 2010. The effect of predation on stunted and non stunted white perch. *Ecology of Freshwater Fish*, 19(3): 401-407.
- Hamid SHA, Ahmed FAM, Mohammed IMA, Ali SIM. 2013. Physical & chemical characteristics of blood of two fish species (*Oreochromis niloticus* and *Clarias lazera*). *World's Veterinary Journal*, 3(1): 17-20.
- Haryanti, Mahardika K, Moria SB, Permana IGN. 2006. Study on fry performance of black tiger shrimp *Penaeus monodon* with spacial reference to its morphological and RNA/DNA ratio analysis. *Indonesian Aquaculture Journal*, 1(2): 159-164.
- Haryono. 2008. Sidat, belut bertelinga: potensi dan aspek budi dayanya. *Fauna Indonesia*, 8(1): 22-26.
- Huisman EA. 1987. *The Principles of Fish Culture Production*. Wageningen University, Netherland. 100 p.
- [ICES] International Council for the Exploration of the Sea. 2011. *Report of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels (WGEEL)*. 3-9 September 2011, Leuven, Belgium. 244 p.
- [ICES] International Council for the Exploration of the Sea. 2018. *European eel (Anguilla anguilla) throughout its natural range*. 7 November 2018, Leuven, Belgium. 15 p.
- Isani BG, Randi E, Rossi B, Fabbri E, Brunelli F, Carpene E and Mucci M. 2015. Biochemical and genetic characterization of European silver eels, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758), from the Comacchio lagoon (Italy). *Journal of Applied Ichthyology*, 31(6): 1006-1012.
- Jobling M. 2010. Are compensatory growth and catch-up growth two sides of the same coin? *Aquaculture International*, 18(4): 501-510.
- Kooten TV, Persson L, Roos A. 2007. Size-dependent mortality induces life-history

- changes mediated through population dynamical feedbacks. *The American Naturalist*, 170(2): 258-270.
- Kumar RV, Ramesh KS, Prakash P, Naveen KBT, Joseph KM. 2011. Dietary protein requirement of stunted fingerlings of rohu, *Labeo rohita* (Hamilton) during grow-out stage. *Indian Journal of Fisheries*, 58(4): 49-53.
- Lestari TP, Dewantoro E. 2018. Pengaruh suhu media pemeliharaan terhadap laju pangsaaan dan pertumbuhan larva ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ruaya*, 6(1): 14-22.
- Lingam SS, Sawant PB, Chadha NK, Prasad KP, Muralidhar A, Syamala K, Xavier M. 2018. Effect of stunting on carcass quality characteristics of milkfish, *Chanos chanos* (Forsskal, 1775), reared under pond conditions. *Aquaculture Research*, 49(11): 3491-3497.
- Livengood EJ, Ohs CL, Chapman FA. 2009. *Candidate Species for Florida Aquaculture: Discus symphysodon spp., a Profitable but Challenging Species for Florida Aquaculture*. Fisheries and Aquatic Sciences Department. The Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS) U.S. 1-8.
- Matic-Skoko S, Ferri J, Skeljo F, Bartulovic V, Glavic K, Glamuzinac B. 2011. Age, growth and validation of otolith morphometrics as predictors of age in the fork-beard, *Phycis phycis* (Gadidae). *Fisheries Research*, 112(1-2): 52-58.
- Pamungkas W, Nurlaela I, Darmawan J. 2015. ANALISIS rasio RNA/DNA ikan patin siam *Pangasianodon hypophthalmus* F-2 tumbuh cepat hasil seleksi. In: Sugama et al. 2016 (Ed.). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2015*. pp. 251-158.
- Pannetier P, Caron A, Campbell PGC, Pierron F, Baudrimont M. Couture P. 2016. A comparison of metal concentrations in the tissues of yellow American eel (*Anguilla rostrata*) and European eel (*Anguilla anguilla*). *Science of the Total Environment*, 569-570: 1435-1445.
- Parenrengi A, Tonnek S, Tenriulo A. 2013. Analisis rasio RNA/DNA udang windu *Penaeus monodon* hasil seleksi tumbuh cepat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 8(1): 1-12.
- Patriche T, Patriche N, Bocioc E, Coada MT. 2011. Serum biochemical parameters of farmed carp (*Cyprinus carpio*). *International Journal of the Bioflux Society*, 4(2): 137-140.
- Perdana AA, Suminto, Chilmawati D. 2016. Performa efisiensi pakan pertumbuhan dan kualitas nutrisi elver sidat (*Anguilla bicolor*) melalui pengkayaan pakan buatan dengan minyak ikan. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 5(1): 26-34.
- Practice Guidelines. 2015. Practice guidelines for perioperative blood management. *Anesthesiology*, 22(2): 1-35.
- Purwanti SC, Suminto, Sudaryono A. 2014. Gambaran profil darah ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang diberi pakan dengan kombinasi pakan buatan dan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(2): 53-60.
- Sacks DB, Arnold M, Bakris GL, Bruns DE, Horvath AR, Kirkman MS, Lernmark A, Metzger BE, Nathan DM. 2011. Guidelines and recommendations for laboratory analysis in the diagnosis and management of diabetes mellitus. *Clinical Chemistry*, 57(6): 1-47.
- Samsundari S, Wirawan GA. 2013. Analisis penerapan biofilter dalam sistem resirkulasi terhadap mutu kualitas air budi daya ikan sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Gamma*, 8(2): 86-97.
- Santiago CB, Gonzal AC, Aralar E, Parcilla R. 2004. Effect of stunting of juvenile big-head carp *Aristichthys nobilis* (Richardson) on compensatory growth and reproduction. *Aquaculture Research*, 35(9): 836-841.
- Sevgili H, Hoşsu B, Emre Y, Kanyılmaz M. 2012. Compensatory growth after various levels of dietary protein restriction in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 344-349: 126-134.
- Steel GD, Torrie JH. 1981. *Prinsip-prinsip dan Prosedur Statistika*. Terjemahan Bambang Sumantri. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 772 p.
- Stumpf L, Greco LSL. 2015. Compensatory growth in juveniles of freshwater redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* reared at three different temperatures: hyperphagia and food efficiency as primary mechanisms. *PLoS ONE*, 10(9): 1-19.
- Sugeha HY, Aoyama J, Tsukamoto K. 2006. Downstream migration of tropical

- anguilid silver eels from Lake Poso, Central Sulawesi, Indonesia. *Limnotek*, 13(1): 18-25.
- Taufik M, Hana, Susilo U. 2017. Aktivitas protease dan amilase pada ikan sidat, *Anguilla bicolor* McClelland. *Scripta Biologica*, 4(3): 183-188.
- Van Ginneken VJT, Maes GE. 2005. The European eel (*Anguilla anguilla*, Linnaeus), its lifecycle, evolution and reproduction: a literature review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15(4): 367-398.
- Wujdi A, Prihatiningsih, Suwarso. 2016. Karakteristik morfologi dan hubungan morfometrik otolith dengan ukuran ikan lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker, 1853) di Selat Bali. *Bawal*, 8(3): 159-172.
- Won ET, Borski RJ. 2013. Endocrine regulation of compensatory growth in fish. *Frontiers in Endocrinology*, 4(74): 1-13.
- [WWF] World Wide Fund. 2018. *Penangkapan Benih Ikan Sidat-Cara Penangkapan dan Penanganan Pascatangkap*. WWF-Indonesia, Jakarta. 30 p.