



LIMNOTEK
Perairan Darat Tropis di Indonesia
p-ISSN: 0854-8390 e-ISSN: 2549-8029
www.limnotek.or.id



Derajat Penetasan dan Sintasan Larva Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*) dalam Dua Sistem Penetasan Berbeda

Vitas Atmadi Prakoso, Jojo Subagja, Deni Radona, Anang Hari Kristanto, dan Rudhy Gustiano

Balai Riset Perikanan Budi Daya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan

Email penulis: vitas.atmadi@gmail.com

Diajukan 7 November 2017. Ditelaah 26 Desember 2017. Disetujui 12 September 2018.

Abstrak

Salah satu komoditas ikan air tawar di Indonesia yang memiliki prospek untuk budi daya adalah ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*). Namun, teknologi budi daya ikan Baung masih perlu disempurnakan, khususnya perbenihannya untuk meningkatkan produktivitas ikan Baung. Salah satu teknologi yang dapat dikembangkan adalah teknologi penetasan telur. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan derajat penetasan dan sintasan larva ikan Baung yang lebih tinggi melalui dua sistem penetasan yang berbeda. Penelitian dilakukan di Instalasi Riset Plasma Nutfah Perikanan Air Tawar, Cijeruk, Bogor pada bulan Agustus 2017. Telur diperoleh dari induk ikan Baung generasi kedua hasil domestikasi (bobot induk $443,3 \pm 70,9$ g, bobot pejantan $486,7 \pm 83,3$ g). Metode penetasan yang diuji yaitu sistem baki (*tray*) dan corong (*funnel*) dengan masing-masing sistem terdiri dari empat ulangan. Parameter yang diamati adalah waktu penetasan, derajat penetasan, dan sintasan larva selama dua hari. Pengukuran kualitas air meliputi suhu, oksigen terlarut, dan pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kisaran suhu yang sama, larva menetas pertama kali pada saat 34 jam setelah pembuahan dalam sistem corong. Sementara itu, dalam sistem baki, larva pertama kali menetas pada saat 36 jam setelah pembuahan. Derajat penetasan dalam sistem corong ($65,79 \pm 5,49\%$) lebih tinggi dibandingkan dalam sistem baki ($30,60 \pm 1,91\%$) dengan $P < 0,05$. Sintasan larva ikan Baung selama dua hari tidak berbeda nyata antarsistem penetasan ($93,88 \pm 1,89\%$ dalam sistem baki, $94,75 \pm 2,22\%$ dalam sistem corong). Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa sistem penetasan menggunakan corong menghasilkan waktu penetasan telur dua jam lebih cepat dan derajat penetasan yang dua kali lebih tinggi dengan sintasan larva yang tidak berbeda nyata dibandingkan dengan sistem baki.

Kata kunci: *Hemibagrus nemurus*, derajat penetasan, sintasan, sistem corong, sistem baki

Abstract

Hatching and Survival Rates of Asian Redtail Catfish Larvae (*Hemibagrus nemurus*) in Two Different Hatching Systems. One of the freshwater fish commodities in Indonesia that has the prospect for aquaculture is Asian Redtail Catfish (*Hemibagrus nemurus*). However, aquaculture technology for this species still needs to be improved, especially the hatchery system to increase the productivity. One technology that can be developed is egg-hatching technology. This study aims to obtain the higher hatching rate and survival rate of Asian Redtail Catfish larvae through two different hatching systems. The research was conducted at the Installation for Freshwater Aquaculture

Germplasm Research, Cijeruk, Bogor in August 2017. The eggs were obtained from the second generation of domesticated Asian Redtail Catfish (female weight 443.3 ± 70.9 g, male weight 486.7 ± 83.3 g). The hatching methods tested were the tray and funnel systems with each system consisting of four replications. The parameters observed were hatching time, hatching rate, and larval survival for two days. Water quality parameters measured included temperature, dissolved oxygen, and pH. The results showed that at the same temperature range the larvae firstly hatched at 34 h after fertilization in the funnel system, while in the tray system the larvae firstly hatched at 36 h after fertilization. The hatching rate in the funnel system ($65.79 \pm 5.49\%$) was higher than in the tray system ($30.60 \pm 1.91\%$) with $P < 0.05$. There was no significant difference found in the survival rate for two days of larvae rearing between hatching systems ($93.88 \pm 1.89\%$ in the tray system, $94.75 \pm 2.22\%$ in the funnel system). Based on the results, it can be concluded that the hatching system using a funnel resulted in two hour faster egg hatching and twice the hatching rate, but no significant difference in the larval survival rate compared to the tray system.

Keywords: *Hemibagrus nemurus*, hatching rate, survival, funnel system, tray system

Pendahuluan

Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*) merupakan salah satu komoditas ikan air tawar prospektif untuk kegiatan budi daya di Indonesia. Ikan ini tersebar di beberapa sungai di Asia (Rainboth, 1996). Ikan Baung juga memiliki harga jual yang lebih tinggi dibandingkan beberapa jenis ikan konsumsi yang sudah populer (Irwanda, 2018; Kesuma, 2018). Beberapa penelitian tentang ikan Baung juga telah dilakukan (Cahyanti *et al.*, 2015; Subagja *et al.*, 2015; Adebityi *et al.*, 2013a, 2013b). Namun, ketersediaan benihnya yang masih terbatas disebabkan teknologi pembenihannya belum dikuasai, sebagaimana halnya ikan *Tor soro* (Gustiano *et al.*, 2013) dan ikan Nilem (Subagja *et al.*, 2014). Selain itu, budi daya ikan Baung masih sedikit dilakukan oleh para pembudi daya jika dibandingkan dengan ikan konsumsi lain yang lebih populer. Oleh karena itu, pengembangan teknologi perbenihan untuk peningkatan produktivitas budi daya ikan Baung perlu dilakukan. Salah satu teknologi yang dapat dikembangkan adalah teknik penetasan telur, karena penetasan telur secara alami pada ikan Baung menghasilkan derajat penetasan yang rendah. Menurut Woynarovich dan Horvath (1980) serta Legendre *et al.* (1996), teknik penetasan telur pada ikan tergantung pada karakteristik dan kebutuhan spesifik telur, karena telur ikan ada yang memiliki sifat melekat, tidak melekat, mengapung, maupun tidak mengapung.

Informasi dari penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa telur ikan Baung bersifat melekat dan tidak mengapung (Adebityi *et al.*,

2013b). Berdasarkan karakteristik ini, penetasan telur dapat dilakukan dalam media penetasan dengan air yang stagnan dan pemberian substrat atau penggunaan corong. Penelitian terdahulu mengenai beberapa sistem penetasan dan pengaruhnya terhadap waktu penetasan, derajat penetasan, maupun sintasan larva ini telah dilakukan pada beberapa spesies ikan, seperti ikan Mas (Prinsloo *et al.*, 1987), ikan Lele (Prinsloo *et al.*, 1993), ikan Patin (Kristanto *et al.*, 1998), *Japanese crayfish* (Nakata *et al.*, 2004), ikan Sturgeon danau (Sutherland *et al.*, 2014), ikan Nilem (Prakoso & Radona, 2014), ikan *Tor soro* (Prakoso & Radona, 2015), dan ikan Baung (Kristanto *et al.*, 2016). Namun, informasi mengenai perbedaan sistem penetasan pada ikan Baung belum tersedia. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini yaitu untuk mendapatkan derajat penetasan dan sintasan larva ikan Baung yang lebih tinggi dalam dua sistem penetasan yang berbeda.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di Instalasi Riset Plasma Nutfah Perikanan Air Tawar, Cijeruk, Bogor pada bulan Agustus 2017. Ikan yang digunakan adalah ikan Baung populasi Cirata generasi kedua yang dihasilkan dari proses domestikasi (Subagja *et al.*, 2015) dengan kisaran bobot induk sebesar $443,3 \pm 70,9$ g dan kisaran bobot pejantan sebesar $486,7 \pm 83,3$ g. Pematangan oosit dan ovulasi diinduksi dengan penyuntikan *luteinizing hormone-releasing hormone* (LHRH) analog menggunakan penyuntik 5 mL dengan dosis sebesar 0,4

ml/kg untuk ikan jantan dan 0,7 ml/kg untuk ikan betina. Ikan jantan disuntik satu kali bersamaan dengan penyuntikan pertama ikan betina, sedangkan ikan betina disuntik dua kali dengan interval delapan jam (penyuntikan pertama sebesar 35% dari dosis total, penyuntikan kedua sebesar 65% dari dosis total). Penyuntikan dilakukan di bagian tubuh dekat sirip dorsal.

Sperma diperoleh dengan membedah ikan jantan untuk mengambil gonadnya. Kemudian gonad jantan dipotong-potong sampai berukuran kecil, dibilas menggunakan larutan fisiologis (NaCl), dan disaring menggunakan kain untuk memperoleh cairan sperma. Sementara itu, telur dari induk diperoleh dengan cara *stripping* setelah induksi ovulasi, lalu segera difertilisasi dengan sperma. Aktivasi spermatozoa diperoleh dengan penambahan 10 mL air dan diaduk pelan-pelan dengan bulu ayam selama satu menit.

Untuk masing-masing perlakuan dan ulangan, 0,3 g telur (setara dengan 825 butir) dibuahi dengan 0,2 mL sperma yang diencerkan dengan larutan fisiologis (NaCl). Setelah proses fertilisasi, telur dibilas dan dipindahkan ke masing-masing sistem penetasan, yaitu sistem baki (*tray*) dan sistem corong (*funnel*) yang keduanya berada di dalam akuarium berukuran 50 × 30 × 30 cm³ dengan volume air 80 L pada tiap perlakuan. Tiap akuarium dilengkapi dengan aerator. Pada sistem penetasan di corong, setelah satu menit pembuahan, satu sendok suspensi tanah liat ditambahkan ke media pembuahan. Kemudian, selama satu menit diaduk lagi pelan-pelan sebelum akhirnya dibilas dan dipindahkan ke corong penetasan.

Penelitian ini menguji dua sistem penetasan telur, yaitu sistem baki dan sistem corong sebagai perlakuan dengan empat ulangan pada masing-masing perlakuan. Metode penetasan yang menggunakan baki berukuran 20 × 20 cm² terbuat dari happa yang diletakkan di dalam akuarium dan diberi aerasi, tetapi tanpa pemberian suspensi tanah liat, sebelum diletakkan di dalam baki dan tidak ada pergantian air. Metode penetasan yang menggunakan corong plastik bervolume 1 L terhubung dengan sistem resirkulasi air tanpa pemberian aerasi. Untuk mengurangi daya rekat telur ditambahkan suspensi tanah liat sebelum telur diletakkan di dalam corong. Pergantian air di dalam corong dilakukan se-

cara kontinu. Pengukuran debit air pada sistem corong dilakukan dengan cara menghitung lama waktu yang dibutuhkan bagi air dari kran di sistem resirkulasi untuk mengisi wadah dengan volume 1 L.

Pengamatan waktu penetasan dilakukan dengan menghitung jumlah larva yang baru menetas setiap jam sesuai dengan metode yang dilakukan oleh Kristanto *et al.* (1998). Setelah proses penetasan selesai di setiap kelompok telur, semua larva dihitung jumlahnya berdasarkan jumlah awal telur yang digunakan untuk mengetahui derajat penetasannya. Total bobot telur yang digunakan pada masing-masing perlakuan dan ulangan yaitu 0,3 g, setara dengan 825 butir telur. Kemudian sintasan larva yang menetas diamati selama dua hari masa pemeliharaan. Derajat penetasan (DP) dan sintasan larva (SL) dihitung berdasarkan rumus dari Effendie (1979):

$$DP = \frac{\text{Jumlah telur yang menetas}}{\text{Jumlah total telur}} \times 100$$

$$SL = \frac{\text{Jumlah akhir larva}}{\text{Jumlah awal larva}} \times 100$$

Pengukuran kualitas air dilakukan dalam masing-masing sistem penetasan, yang meliputi suhu, oksigen terlarut (diukur menggunakan DOmeter, Trans Instrument HD3030), dan pH (diukur menggunakan pHmeter, Trans Instrument Senz pH Pro). Data yang dikoleksi kemudian dianalisis secara statistik dengan menggunakan uji-t.

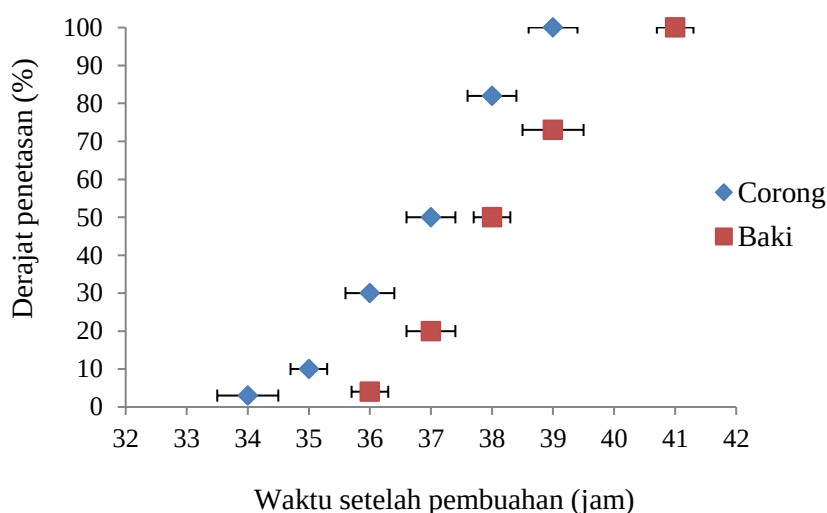
Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran parameter kualitas air dalam media penetasan yang meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut ditampilkan dalam Tabel 1. Hasil ini menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada kualitas air antara media penetasan sistem baki dan sistem corong ($P > 0,05$).

Kualitas air adalah variabel yang memengaruhi sintasan, reproduksi, pertumbuhan, pengelolaan, dan produksi ikan. Oleh karena itu, pengontrolan kualitas air yang baik merupakan cara terbaik untuk mengatasi masalah yang timbul dalam budi daya (Samad *et al.*, 2014; Boyd, 1998).

Tabel 1. Kualitas air media penetasan telur pada dua sistem penetasan yang berbeda

Parameter	Sistem penetasan telur	
	Baki	Corong
Suhu (°C)	24,90 ± 0,60	24,63 ± 0,21
pH	6,93 ± 0,35	7,13 ± 0,14
Oksigen terlarut (mgL ⁻¹)	6,76 ± 0,36	6,44 ± 0,51



Gambar 1. Waktu penetasan telur pada dua sistem penetasan yang berbeda

Tabel 2. Waktu perkembangan dan durasi penetasan telur pada dua sistem penetasan yang berbeda

Parameter	Sistem penetasan telur	
	Baki	Corong
Pertama kali menetas (jam setelah pembuahan)	36,0 ± 0,5*	34,0 ± 0,3
Menetas 50% (jam setelah pembuahan)	38,0 ± 0,4*	37,0 ± 0,2
Menetas 100% (jam setelah pembuahan)	41,0 ± 0,4*	39,0 ± 0,3
Total durasi penetasan (jam)	6,0 ± 0,4	6,0 ± 0,3

Keterangan: Tanda bintang (*) mengindikasikan ada perbedaan yang signifikan antarperlakuan (uji-t, $P < 0,05$)

Dalam hubungannya dengan penelitian ini, waktu penetasan telur pada kedua sistem penetasan (Gambar 1) menunjukkan bahwa pada kisaran suhu yang sama, telur pada sistem penetasan di corong lebih cepat menetas dibandingkan dengan sistem baki ($P < 0,05$). Telur menetas pertama kali pada saat 34 jam setelah pembuahan pada sistem corong, sedangkan pada sistem baki, telur pertama kali menetas pada saat 36 jam setelah pembuahan.

Durasi penetasan pada masing-masing sistem penetasan tersebut berlangsung selama 6 jam (Gambar 1 dan Tabel 2). Pemberian partikel tanah liat pada telur yang ditetaskan di corong tidak memengaruhi perkembangan embrio maupun waktu perkembangan.

Suhu merupakan parameter kualitas air yang sangat memengaruhi waktu perkembangan telur ikan (MacIntosh & Little, 1995; Woynarovich & Horvath, 1980;). Suhu juga

berpengaruh dominan pada telur selama proses inkubasi dan berdampak nyata terhadap keberhasilan penetasan (Meeuwig *et al.*, 2005). Pada penelitian ini suhu inkubasi berada pada kisaran 24–25°C, waktu penetasan telur lebih lambat dibandingkan dengan penelitian sebelumnya dengan suhu inkubasi yang lebih tinggi, yaitu 27,5–28,0°C dengan hasil telur pertama kali menetas setelah 23 jam dan penetasan terakhir setelah 32 jam (Hadid *et al.*, 2014). Oleh karena itu, dalam penelitian ini sangat penting untuk membandingkan waktu perkembangan telur ikan Baung pada sistem penetasan yang berbeda pada kisaran suhu yang sama, agar diketahui secara pasti bahwa faktor yang berpengaruh terhadap perbedaan perkembangan telur bukan berasal dari suhu, melainkan dari sistem penetasannya.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa derajat penetasan pada sistem penetasan di corong ($65,79 \pm 5,49\%$) lebih tinggi dibandingkan pada sistem baki ($30,60 \pm 1,91\%$) dengan $P < 0,05$. Sementara itu, sintasan larva ikan Baung selama dua hari masa pemeliharaan tidak berbeda nyata antara kedua sistem penetasan (Tabel 3).

Tabel 3 menunjukkan bahwa sistem penetasan merupakan salah satu faktor eksternal yang berpengaruh terhadap keberhasilan penetasan telur ikan Baung. Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang mengamati derajat penetasan telur ikan Baung dalam sistem baki pada kisaran suhu yang sama, yaitu 25°C (Ali & Junianto, 2014). Hasil penelitian tersebut memperlihatkan derajat penetasan yang relatif sama dengan penelitian ini dalam sistem penetasan baki, sedangkan derajat penetasan dalam sistem corong hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian tersebut. Sementara itu, pada penelitian ini juga diketahui bahwa sistem penetasan yang berbeda tidak menyebabkan perbedaan yang nyata pada sintasan larva.

Pengukuran sintasan larva setelah dua hari dilakukan berdasarkan waktu kuning telur habis. Tinggi rendah sintasan beberapa jenis ikan selama inkubasi lebih dipengaruhi oleh paparan suhu di luar batas toleransi (Realis-Doyelle *et al.*, 2016; Linares-Casenave *et al.*, 2013; Lahnsteiner, 2012; Ojanguren & Brana, 2003; Blaxter, 1992), sementara kedua perlakuan ini memiliki kisaran suhu yang sama. Telur dan larva ikan sangat sensitif terhadap fluktuasi suhu air dan cenderung memiliki toleransi yang rendah terhadap suhu jika dibandingkan dengan ikan dewasa (Das *et al.*, 2006).

Pengaruh perbedaan sistem penetasan terhadap waktu perkembangan telur, derajat penetasan, dan sintasan larva ini juga dilaporkan oleh beberapa penelitian sebelumnya, yaitu pada ikan Nila (Rana, 1986), ikan Mas dan ikan Lele (Prinsloo *et al.*, 1993), serta ikan Patin (Kristanto *et al.*, 1998). Pada penelitian ini, diketahui bahwa telur lebih cepat menetas dan derajat penetasannya lebih tinggi pada sistem corong dibandingkan dengan sistem baki. Hal ini disebabkan karena pada sistem corong terjadi aliran air yang menyebabkan telur terus bergerak secara konstan. Jika dihubungkan dengan kandungan oksigen terlarut pada masing-masing perlakuan, nilai oksigen terlarut pada sistem corong yang dijalankan tanpa aerasi tidak berbeda nyata dari sistem baki yang menggunakan aerasi. Kandungan oksigen terlarut yang rendah dapat menyebabkan penurunan kesuksesan penetasan dan juga sintasan larva (Wexler *et al.*, 2011). Watson dan Chapman (2000) menjelaskan bahwa telur ikan yang ditetaskan dalam sistem corong diberi air mengalir ke bagian bawah, sehingga telur terus-menerus digerakkan dengan perlahan. Air yang mengalir tidak hanya menjamin kualitas yang baik, air yang mengandung oksigen terus-menerus diganti,

Tabel 3. Derajat penetasan telur dan sintasan larva ikan Baung pada dua sistem penetasan yang berbeda

Parameter	Sistem penetasan telur	
	Baki	Corong
Derajat penetasan (%)	$30,60 \pm 1,91$	$65,79 \pm 5,49^*$
Sintasan larva (%)	$93,88 \pm 1,89$	$94,75 \pm 2,22$

Keterangan: Tanda bintang (*) mengindikasikan ada perbedaan yang signifikan antarperlakuan (uji-t, $P < 0,05$)

tapi pergerakan telur yang menggulung di dalam corong membuat mereka terhindar dari sisa kotoran yang dapat menyebabkan infeksi jamur. Jenis jamur yang sering menginfeksi telur adalah *Saprolegnia* sp. yang biasanya diawali melalui penyerangan terhadap telur yang mati atau tidak terbuahi, kemudian hifa jamur akan cepat menginfeksi telur yang berdekatan (Woynarovich & Horvath, 1980). Kondisi telur yang diam pada sistem baki memungkinkan telur-telur tersebut lebih mudah terinfeksi jamur dibandingkan dengan sistem corong yang terus-menerus bergerak. Selain itu, penyesuaian terhadap kecepatan aliran air pada sistem corong juga penting untuk dilakukan, yaitu pengaturan aliran untuk menjaga telur tetap dalam kondisi tersuspensi. Kondisi ini perlu dipertahankan sampai telur menetas. Pada penelitian ini, debit air yang mengalir ke dalam corong penetasan dipertahankan pada $3,80 \pm 0,29$ mL/s.

Kesimpulan

Sistem penetasan dengan menggunakan corong terbukti mampu menetas telur ikan Baung dua jam lebih cepat dan menghasilkan derajat penetasan yang dua kali lebih tinggi daripada sistem baki, dengan sintasan larva yang tidak berbeda nyata antara kedua sistem.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai oleh DIPA 2017 BRP BATPP, Bogor. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Deni Irawan, Sudarmaji, Ardea Kumarasetya, Ujang Heri Heryana, Fera Permata Putri, dan Irin Iriana Kusmini yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

Referensi

- Adebiyi FA, Siraj SS, Harmin SA, Christianus A. 2013a. Embryonic and larval development of river catfish, *Hemibagrus nemurus* (Valenciennes, 1840). *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 8: 237–246. DOI: 10.3923/ajava.2013.237.246
- Adebiyi FA, Siraj SS, Harmin SA, Christianus A. 2013b. Induced spawning of a river catfish *Hemibagrus nemurus* (Valenciennes, 1840). *Pertanika Journal Tropical Agricultural Science* 36: 71–78
- Ali M, Junianto RS. 2014. Pengaruh lanjut suhu pada penetasan telur terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 301–308
- Blaxter JHS. 1991. The effect of temperature on larval fishes. *Netherlands Journal of Zoology* 42: 336–357. DOI: 10.1163/156854291X00379
- Boyd CE. 1998. *Water Quality for Pond Aquaculture*. Auburn University
- Cahyanti W, Prakoso VA, Subagja J, Kristanto H. 2015. Efek pemuaan dan pertumbuhan kompensasi pada benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). *Media Akuakultur* 10: 17–21
- Das T, Pal AK, Chakraborty SK, Manush SM, Dalvi RS, Sarma K, Mukherjee SC. 2006. Thermal dependence of embryonic development and hatching rate in *Labeo rohita* (Hamilton, 1822). *Aquaculture* 255: 536–541. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2006.01.013
- Effendie MI. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri
- Gustiano R, Kontara EK, Wahyuningsih H, Subagja J, Asih S, Saputra A. 2013. Domestication of mahseer (*Tor soro*) in Indonesia. *Larvi* 2013: 165–168
- Hadid Y, Syaifudin M, Amin M. 2014. Pengaruh salinitas terhadap daya tetas telur ikan baung (*Hemibagrus nemurus* Blkr.) 2: 78–92. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-5-W1-175-2017
- Irwanda F. 2018. Jelang puasa, harga ikan air tawar stabil. *Lampost.co*, 12 Mei 2018 12:54
- Kesuma DP. 2018. Deretan fakta ikan baung yang jadi ikan khas Sungai Cisadane. *Tribun Jakarta*, 5 Februari 2018 11:23
- Kristanto AH, Subagja J, Ath-thar MHF, Arifin OZ, Prakoso VA. 2016. Pengaruh suhu inkubasi induk dan pemberian naungan pada larva terhadap produksi benih ikan baung. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2016*, 163–167
- Kristanto AH, Subagja J, Slembrouck J, Legendre M. 1998. Effect of eggs incubation technique on hatching rate, hatching kinetic and survival of larvae in the Asian catfish *Pangasius hypophthalmus*

- (Siluriformes, Pangasiidae). *The Biological Diversity and Aquaculture of Clariid and Pangasiid Catfishes in South-East Asia*. Proceeding of the mid-term workshop of the “Catfish Asia Project”, 107–111
- Lahnsteiner F. 2012. Thermotolerance of brown trout, *Salmo trutta*, gametes and embryos to increased water temperatures. *Journal of Applied Ichthyology* 28: 745–751.
DOI: 10.1111/j.1439-0426.2012.01934.x
- Legendre M, Linhart O, Billard R. 1996. Spawning and management of gametes, fertilized eggs and embryos in Siluroidei. *Aquatic Living Resources* 9: 59–80
- Linares-Casenave J, Werner I, Van Eenennaam JP, Doroshov SI. 2013. Temperature stress induces notochord abnormalities and heat shock proteins expression in larval green sturgeon (*Acipenser medirostris* Ayres 1854). *Journal of Applied Ichthyology* 29: 958–967. DOI: 10.1111/jai.12220
- MacIntosh DJ, Little, DC. 1995. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Broodstock management and egg and larval quality*, 277–320
- Meeuwig MH, Bayer JM, Seelye JG. 2005. Effects of Temperature on survival and development of early life stage Pacific and Western brook lampreys. *Transactions of the American Fisheries Society* 134: 19–27. DOI: 10.1577/FT03-206.1
- Ojanguren AF, Brana F. 2003. Thermal dependence of embryonic growth and development in brown trout. *Journal of Fish Biology* 62: 580–590. DOI: 10.1046/j.0022-1112.2003.00049.x
- Prakoso VA, Radona D. 2014. Embriogenesis ikan nilem (*Osteochilus hasseltii*) pada salinitas yang berbeda. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2014*, 927–932
- Prakoso VA, Radona D. 2015. Pengaruh media pemeliharaan bersalinitas terhadap perkembangan telur ikan torsi (*Tor soro*). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2015*, 873–879
- Prinsloo JF, Hoffman LC, Theron J. 1993. Comparison of humidity chamber, MariSource hatching-tray and “Zuger” glass funnel incubation systems for breeding of *Cyprinus carpio* (L.) and *Clarias gariepinus* (Burchell). *Water S. A.* 167–170
- Prinsloo JF, Schoonbee HJ, Polling L, Viljoen R. 1987. Notes on the use of hatching trays in the breeding of European common carp *Cyprinus carpio* L. *Water S. A.* 13: 185–188
- Rainboth WJ. 1996. *Fishes of the Cambodian Mekong: FAO Species Identification Field Guide for Fishery Purposes*. FAO
- Rana KJ. 1986. An evaluation of two types of containers for the artificial incubation of *Oreochromis* eggs. *Aquaculture Research* 17: 139–145.
DOI: 10.1111/j.1365-2109.1986.tb00095.x
- Réalís-Doyelle E, Pasquet A, De Charleroy D, Fontaine P, Teletchea F. 2016. Strong effects of temperature on the early life stages of a cold stenothermal fish species, brown trout (*Salmo trutta* L.). *PLoS ONE* 11: 1–17.
DOI: 10.1371/journal.pone.0155487
- Samad APA, Hua NF, Chou LM. 2014. Effects of stocking density on growth and feed utilization of grouper (*Epinephelus coioides*) reared in recirculation and flow-through water system. *African Journal of Agricultural Research* 9: 812–822.
DOI: 10.5897/AJAR2013.7888
- Subagja J, Cahyanti W, Nafiqoh N, Arifin OZ. 2015. Keragaan bioreproduksi dan pertumbuhan tiga populasi ikan baung. *Jurnal Riset Akuakultur* 10: 25–32
- Subagja J, Gustiano R, Winarlin L. 2006. Pelestarian ikan nilem (*Osteochilus hasseltii* CV) melalui teknologi perbenihannya. *Prosiding Lokakarya Nasional Pengelolaan dan Perlindungan Sumberdaya Genetik di Indonesia*, 279–286
- Sutherland JL, Manny BA, Kennedy G, Roseman EF, Allen J, Black MG. 2014. A portable freshwater closed-system fish egg incubation system. *North American Journal of Aquaculture* 76: 391–398. DOI: 10.1080/15222055.2014.933751
- Watson C, Chapman F. 2002. *Artificial Incubation of Fish Eggs*. Gainesville
- Wexler JB, Margulies D, Scholey VP. 2011. Temperature and dissolved oxygen requirements for survival of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, larvae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 404: 63–72.
DOI: 10.1016/j.jembe.2011.05.002
- Woyanovich E, Horvath L. 1980. *The artificial propagation of warm-water finfishes. A manual for extension*. FAO