

## THE EMBRYONIC OF PAWAS (*Osteochilus hasselti* C.V) WITH DIFFERENT TEMPERATURE

By

**M. Nawir<sup>1)</sup>, Sukendi<sup>2)</sup>, Nuraini<sup>2)</sup>**

Aquaculture, Faculty of Fisheries and Marine Science University of Riau  
Pekanbaru, Riau Province

Email : [muhammadnawir63@yahoo.com](mailto:muhammadnawir63@yahoo.com)

### ABSTRACT

This research was conducted on March 2016 at the Hatchery and Breeding Laboratory at Fisheries and Marine Science Faculty, University of Riau. The research aim to observe the embryonic of pawas (*Osteochilus hasselti* C.V) with to test levels optimum of incubation temperature. The method used in this research is an experimental method and design used was Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and three replications. The treatment used is P<sub>0</sub>I<sub>26</sub> (hatching with incubation temperature 26°C), P<sub>1</sub>I<sub>28</sub> (hatching with incubation temperature 28°C), P<sub>2</sub>I<sub>30</sub> (hatching with incubation temperature 30°C), P<sub>3</sub>I<sub>32</sub> (hatching with incubation temperature 32°C). The result obtained by the fasted deviding process contained in the treatments in P<sub>3</sub>I<sub>32</sub> (hatching with incubation temperature 32°C) is 2-32 cell devision of cell is 1 hour 15 minutes, morula to gastrula is 4 hours 36 minutes and the formation of embryo until the eggs hatch shield takes 17 hours 45 minutes.

Keywords : Pawas (*Osteochilus hasselti* C. V), Temperatures, eggs

<sup>1)</sup> Student of the Fisheries and Marine Science Faculty, Riau University

<sup>2)</sup> Lecturer of the Fisheries and Marine Science Faculty, Riau University

### PENDAHULUAN

Salah satu ikan air tawar yang sangat potensial untuk dikembangkan menjadi produk unggulan perikanan budidaya adalah ikan pawas (*Osteochilus hasselti* C.V.). Ikan pawas merupakan komoditas perikanan yang memiliki rasa yang lezat dan memiliki nilai ekonomis penting di dunia perikanan. Kendala utama dalam pembenihan ikan pawas yaitu kematian larva. Effendi (2002) menyatakan bahwa kematian ikan

yang cukup tinggi biasanya terjadi pada fase awal, salah satu diantaranya adalah fase embrio dan perkembangan larva.

Menurut Tahir *et al.* (1993), perubahan suhu lingkungan sebesar 10°C secara akut menyebabkan perubahan signifikan terhadap laju proses fisiologi. Menurut Yamagami (1988), peningkatan temperatur dapat menstimulasi sekresi enzim penetasan, sekali enzim disekresikan maka pencernaan chorion menjadi

lebih cepat pada temperatur yang tinggi dibandingkan temperatur yang rendah, sehingga penetasan lebih cepat. Penetasan akan semakin cepat bila embrio yang ada dalam cangkang semakin aktif bergerak.

Aktifitas embrio dan pembentukan chorionase sendiri dipengaruhi faktor dalam dan luar. Selain suhu, pH dan kelarutan oksigen mengambil peran cukup besar. Kurangnya tingkat kelarutan oksigen yang umumnya terjadi pada inkubasi suhu tinggi (36°C) dan dapat menyebabkan terjadi penetasan premature pada telur ikan (Das *et al.*, 2004).

Untuk menunjang keberhasilan kegiatan pembenihan/pemeliharaan larva ikan pawas dimasa depan, informasi dasar tentu sangat diperlukan.

Pengenalan perkembangan embrio dan stadia awal larva ikan pawas meliputi tahap embriogenesis, perkembangan organogenesis, ketersediaan sumber energi dalam tubuh (*endogenous energy*) hingga perkembangan organ untuk mendapatkan sumber energi dari luar (*exogenous energy*) sangat diperlukan untuk menentukan sssupaya pemeliharaan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pola perkembangan embriogenesis ikan pawas (*Osteochilus hasselti* C. V) dengan menguji tingkat optimalisasi suhu inkubasi yang digunakan.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini telah dilaksanakan pada pada bulan Maret 2016 bertempat di Laboratorium Pembenihan dan Pemuliaan Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru. Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan

pawas yang berasal dari sungai Kampar. Ikan uji yang digunakan sebanyak 10 ekor induk betina dengan kisaran berat 13,58-58,10 g dan induk jantan berjumlah 5 ekor dengan kisaran bobot 18,30-63,80 g. Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah bak fiber yang dilengkapi dengan aerasi. Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dan rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 tahap perlakuan dan tiga kali ulangan. Adapun perlakuan yang digunakan adalah:

P<sub>0</sub>I<sub>26</sub> = Penetasan dengan suhu inkubasi 26°C

P<sub>1</sub>I<sub>28</sub> = Penetasan dengan suhu inkubasi 28°C

P<sub>2</sub>I<sub>30</sub> = Penetasan dengan suhu inkubasi 30°C

P<sub>3</sub>I<sub>32</sub> = Penetasan dengan suhu inkubasi 32°C

Induk ikan jantan dan betina dirangsang dengan ovaprim. Pengambilan telur dan sperma dilakukan selama 6 jam setelah penyuntikan dengan cara pengurutan (*striping*). Telur yang telah difertilisasi ditetaskan pada saringan yang telah ditebarkan di dalam akuarium. Masing-masing akuarium (selain wadah kontrol) telah diinkubasi dengan suhu yang berbeda yaitu 28°C, 30°C dan 32°C menggunakan pemanas (*heater*).

Pengamatan dilakukan dengan mengambil sampel 3 butir telur dari masing-masing wadah untuk setiap perlakuan dan kontrol. Sampel yang telah diambil kemudian diamati langsung dibawah mikroskop dan didokumentasikan menggunakan kamera digital.

Waktu pengambilan sampel disesuaikan dengan periode dari masing-masing tahap perkembangan

biologi telur. Dalam 6 jam pertama setelah fertilisasi pengamatan embrio dilakukan setiap 15 menit sekali, kemudian 6 jam ke-2, pengamatan dilakukan 1 jam, dan setelah itu selama 12 jam berikutnya pengamatan dilakukan setiap 6 jam sekali (Mahardika, 2010).

## HASIL

### 1. Waktu Perkembangan Embrio

Pengamatan embriogenesis ikan pawas (*Osteochilus hasselti*

C.V) dilakukan di Laboratorium Pembenihan dan Pemuliaan Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Berdasarkan penelitian diperoleh waktu perubahan yang cukup cepat dengan rentang waktu 8-15 menit pertahap pembelahannya. Waktu perkembangan embrio ikan pawas (*Osteochilus hasselti* C.V) untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Waktu perkembangan embriogenesis ikan pawas (*Osteochilus hasselti* C.V)**

Embriogenesis	Waktu Perkembangan Embrio							
	P0 (26°C)		P1 (28°C)		P2 (30°C)		P3 (32°C)	
	jam	menit	Jam	menit	Jam	menit	jam	Menit
Pembuahan	0	0	0	0	0	0	0	0
Blastoik sempurna	0	20	0	17	0	15	0	10
Pembelahan I (2 sel)	0	30	0	26	0	23	0	18
Pembelahan II (4 sel)	0	45	0	41	0	38	0	33
Pembelahan III (8 sel)	1	0	0	56	0	53	0	48
Pembelahan IV (16 sel)	1	15	1	11	1	8	1	3
Pembelahan V (32 sel)	1	30	1	26	1	20	1	15
Morula	2	0	1	56	1	50	1	43
Blastula	3	25	3	15	3	2	2	53
Gastrula	5	25	5	10	4	56	4	36
Terbentuk perisai embrio	5	45	5	29	5	15	4	46
Organogenesis	8	52	8	31	8	11	7	54
Menetas	18	36	18	19	17	57	17	45

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa perbedaan suhu inkubasi telur berpengaruh terhadap waktu perkembangan embrio ikan pawas (*Osteochilus hasselti* C.V). Perkembangan embrio sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan baik fisik maupun kimia. Beberapa

parameter media inkubasi yang menentukan perkembangan dan kelangsungan hidup embrio dan larva ikan meliputi temperatur, oksigen terlarut, pH, dan CO<sub>2</sub> bebas (Wijayanti *et al.*, 2010). Leis (1987) menambahkan bahwa lama inkubasi

telur tergantung jenis spesies dan suhu.

Berdasarkan Tabel 3, terbentuknya perisai embrio pada perlakuan P0 (26°C) terjadi 5 jam 45 menit, P1 (28°C) 5 jam 29 menit, P2 (30°C) 5 jam 15 menit dan P3 (32°C) terjadi 4 jam 46 menit. Organogenesis pada perlakuan P0 (26°C) terjadi 8 jam 52 menit, P1 (28°C) 8 jam 31 menit, P2 (30°C) 8 jam 11 menit dan P3 (32°C) terjadi 7 jam 54 menit. Penetasan telur pada perlakuan P0 (26°C) terjadi 18 jam 36 menit setelah pembuahan, P1 (28°C) 18 jam 19 menit, P2 (30°C) 17 jam 57 menit dan P3 (32°C) terjadi 17 jam 45 menit setelah pembuahan. Perkembangan embrio tercepat terdapat pada perlakuan P3 (32°C) hal ini diduga karena pada perlakuan P3 (32°C) merupakan suhu yang optimal untuk perkembangan embrio ikan pawas.

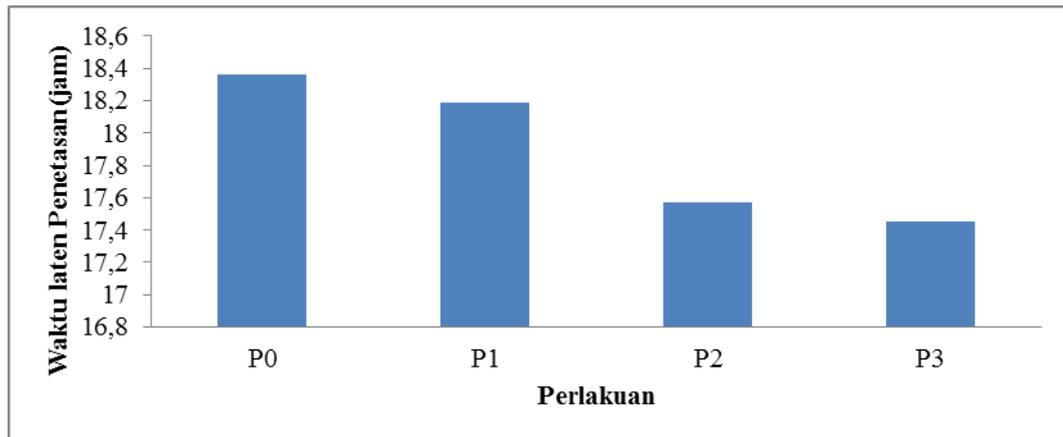
Hal ini sesuai dengan pernyataan Budiardi *et al.*, (2005) yang menyatakan bahwa suhu tinggi akan memacu metabolisme embrio sehingga perkembangan embrio pada media inkubasi yang lebih tinggi akan semakin cepat dan menghasilkan larva yang lebih cepat menetas. Sedangkan perkembangan embrio paling lambat terdapat pada perlakuan P0 (26°C) hal ini diduga karena terlalu rendahnya suhu sehingga proses perkembangan embrio menjadi terhambat. Pada temperatur rendah (23-25°C), metabolisme dan proses enzimatik yang memediasi diferensiasi embrio berjalan dengan lambat sehingga perkembangan embrio juga lambat. Perkembangan embrio semakin lambat setelah memasuki stadium gastrula. Adapun waktu penetasan ikan pawas (*Osteochilus hasselti* C.V) pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Waktu Laten Penetasan Ikan Pawas (*Osteochilus hasselti* C.V) Pada Suhu Yang Berbeda Pada Masing-Masing Perlakuan**

Ulangan	Waktu Penetasan (jam)			
	P0 (26°C)	P1 (28°C)	P2 (30°C)	P3 (32°C)
1	18,38	18,17	17,59	17,48
2	18,35	18,20	17,55	17,43
3	18,37	18,21	17,57	17,45
Jumlah	55,1	54,58	52,71	52,36
Rata-rata	18,36±0,015 <sup>a</sup>	18,19±0,02 <sup>b</sup>	17,57±±0,02 <sup>c</sup>	17,45±0,025 <sup>d</sup>

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa penetasan ikan pawas tercepat terdapat pada perlakuan P3 (suhu 32°C) yaitu 17 jam 45 menit dan penetasan paling lambat terdapat pada perlakuan P0 (suhu 26°C) yaitu 18 jam 36 menit. Untuk lebih

jelasan waktu laten penetasan digambarkan dalam bentuk histogram yang dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Histogram Waktu Penetasan Telur Pada Ikan Pawas (*Osteochilus hasselti* C.V) Selama Penelitian**

Rata-rata nilai penetasan tercepat terdapat pada perlakuan P3 (32°C). Hal ini diduga karena pada perlakuan P3, suhu air cukup panas yang menyebabkan proses pembuahan berlangsung cukup cepat. Hal ini sesuai dengan Budiardi *et al.* (2005) yang menyatakan bahwa telur yang diinkubasi pada suhu tinggi akan menghasilkan larva yang lebih cepat menetas. Sukendi (2003) menambahkan bahwa penetasan telur akan lebih cepat pada suhu tinggi karena pada suhu tinggi proses metabolisme akan terjadi lebih cepat sehingga perkembangan embrio juga akan lebih cepat dan pergerakan embrio dalam cangkang akan lebih intensif sehingga penetasan lebih cepat.

Menurut Freser dan Clark *dalam* Yusrina (2001) perbedaan waktu pada tahap penetasan disebabkan kemampuan embrio yang rendah sehingga tidak mampu melepaskan diri dari cangkang telur dan meningkatnya adrenalin selama penetasan sehingga menyebabkan stress fisik pada embrio saat akan meninggalkan cangkang telur.

Menurut Yamagami (1988) peningkatan temperature dapat menstimulasi sekresi enzim

penetasan, pada saat enzim disekresikan maka chorion menjadi lebih cepat pada temperatur yang tinggi dibandingkan temperatur yang rendah, sehingga penetasan lebih cepat. Satyani (2007) menambahkan bahwa suhu merupakan faktor penting dalam mempengaruhi proses perkembangan embrio, daya tetas telur dan kecepatan penyerapan kuning telur. Selanjutnya Srihati (1997) *dalam* Regina (2010) mengemukakan bahwa suhu air berpengaruh terhadap penetasan telur dimana makin tinggi suhu air makin cepat terjadi penetasan telur.

Sedangkan rata-rata penetasan paling lambat terdapat perlakuan P0 (suhu 26°C). Hal ini diduga karena pada perlakuan P0, suhu yang digunakan kurang mendukung perkembangan embrio ikan pawas sehingga waktu penetasan telur menjadi lambat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Iqbal (2007) yang menyatakan bahwa keterlambatan penetasan telur yang terjadi pada telur yang diinkubasi disebabkan karena suhu di dalam wadah inkubasi terlalu rendah. Telur yang ditetaskan di daerah yang bersuhu tinggi, waktu penetasannya lebih cepat dibanding telur yang

ditetaskan di daerah bersuhu rendah. Mesrizal *et al.* (2001) menambahkan bahwa suhu yang rendah membuat enzim (*chorion*) tidak bekerja dengan baik pada kulit telur dan membuat embrio akan lama dalam melarutkan kulit, sehingga embrio akan menetas lebih lama. Sebaliknya pada suhu tinggi dapat menyebabkan penetasan prematur sehingga larva atau embrio yang menetas akan tidak lama hidup. Kerja kelenjar pensекреksi enzim pereduksi lapisan *chorion* telur sangat peka terhadap kondisi lingkungan terutama suhu.

Suhu adalah salah satu faktor eksternal fisika yang secara langsung dapat mempengaruhi kondisi telur. Ditinjau dari segi fisiologis, perubahan suhu air dapat mempengaruhi kecepatan metabolisme pada ikan. Di daerah sub-tropis dan dingin berkaitan dengan lama penyinaran matahari, sehingga kedua faktor tersebut mempengaruhi proses biologi seperti pematangan gonad, pemijahan serta penetasan telur pada kegiatan pembenihan ikan (Sutisna dan Ratno, 1995).

Dari analisis variansi bahwa nilai  $P < 0,01$ . Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan suhu berpengaruh sangat nyata terhadap penetasan ikan pawas (*O. hasselti* CV). Hasil uji lanjut dengan menggabungkan uji Newman Keuls menunjukkan bahwa antara P0 dengan P1 berbeda nyata, P0 dengan P2 berbeda sangat nyata dan antara P0 dengan P3 berbeda sangat nyata.

## **2. Tahap Perkembangan Embrio Ikan Pawas Pada Suhu 32°C**

Perkembangan embrio ikan pawas paling cepat terjadi pada perlakuan P3 (32°C) diikuti oleh perlakuan P2 (30°C), P1 (28°C) dan P1 (26°C). Untuk lebih jelas, perkembangan embrio ikan pawas pada suhu 32°C dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Perkembangan embriogenesis ikan pawas (*Osteochilus hasselti* C.V) pada pemeliharaan suhu 32°C (P3) dengan pembesaran 4x10. **A:** Blastoik Sempurna.,**B:** Pembelahan I (2 sel).,**C:** Pembelahan II (4 sel).,**D:** Pembelahan III (8 sel).,**E:** Pembelahan IV (16 sel).,**F:** Pembelahan V (32 sel).,**G:** Morula.,**H:** Blastula.,**I:** Gastrula.,**J:** Perisai Embrio.,**K:** Organogenesis.,**L:** Telur Menetas.

Berasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa pembelahan sel telur (*cleavage*) dimulai pada 18 menit pertama (Gambar 4B) dan berakhir pada menit ke-75 (1 jam 15 menit). Menurut effendi (1985), pembelahan pertama adalah meridional yang menghasilkan dua blastomer yang sama. Telur umumnya mengalami proses embriogenesis, yaitu proses perkembangan telur hingga menjadi larva definitif., embriogenesis akan berlangsung pada saat inkubasi dimulai dari proses pembelahan sel telur (*cleavage*), morulasi, blastulasi, gastrulasi, dan dilanjutkan dengan

organogenesis yang selanjutnya menetas. *Cleavage* merupakan proses pembelahan sel pada perkembangan embrio, ukuran sel tersebut makin lama makin mengecil atau menjadi unit-unit kecil yang disebut blastomer (Affandi *et al.*, 2005).

Selanjutnya 1 jam 43 menit setelah pembuahan, telur ikan memasuki fase morula. Morula merupakan pembelahan sel yang terjadi setelah sel berjumlah 32 sel dan berakhir bila sel sudah menghasilkan sejumlah blastomer yang berukuran sama akan tetapi ukurannya lebih kecil. Stadia morula

ditandai dengan menyatunya blastomer di kutub anima (Alawi, 1994). Morula merupakan pembelahan sel yang terjadi setelah sel berjumlah 32 sel dan berakhir bila sel sudah menghasilkan sejumlah blastomer yang berukuran sama akan tetapi ukurannya lebih kecil. Sel tersebut memadat untuk menjadi blastodisk kecil yang membentuk dua lapisan sel. Pada saat ini ukuran sel mulai beragam. Sel membelah secara melintang dan mulai membentuk formasi lapisan kedua secara samar pada kutub anima. Stadia morula berakhir apabila telah menghasilkan blastomer. Blastomer kemudian memadat menjadi blastodisk kecil membentuk dua lapis sel. Pada akhir pembelahan akan dihasilkan dua kelompok sel. Pertama kelompok sel-sel utama (blastoderm) dan yang kedua adalah kelompok sel-sel pelengkap (Effendie 1997).

Blastulasi awal adalah proses perubahan sel yang menempel pada kuning telur dengan membentuk penjurusan plasma ke bagian dalam sehingga seperti lapisan di bawah mangkuk terbalik. Lapisan itu dinamakan periblast atau tropoblast yang erat hubungannya dengan kuning telur. Rongga di dalamnya yang terbentuk itu disebut *blastocoels*. Blastula tersusun atas campuran sel-sel blastomer dalam rongga yang penuh cairan (Effendi 1997). Berdasarkan gambar di atas, proses terbentuknya blastula terjadi 2 jam 43 menit setelah berlangsungnya proses fertilisasi. Ini merupakan proses terbentuknya blastula yang cukup cepat dibandingkan dengan penelitian Olivia (2011), yang menyatakan bahwa fase blastula pada ikan nilam terjadi 4 jam 50 menit setelah pembuahan pada suhu 29°C.

Fase gastrula terjadi 4 jam 36 menit. Menurut Sukra (1989) stadium gastrula pada ikan diawali dengan penebalan di tepi luar blastodisk, sehingga terbentuk suatu lingkaran berbentuk seperti cincin yang di sebut cincin kecambah (*germ ring*). Cincin kecambah posterior yang lebih tebal disebut perisai cincin kecambah (*embryonic shield*).

Fase organogenesis terjadi 7 jam 54 menit setelah pembuahan. Organogenesis adalah pembentukan organ. Sejalan dengan proses pembentukan embrio atau embriogenesis terjadi proses pembentukan alat tubuh embrio yang disebut organogenesis. Organogenesis berlangsung setelah stadium gastrula. Dalam proses organogenesis terbentuk berturut-turut bakal organ antara lain syaraf, notochorda, mata, somit, rongga kuffer, kantung olfaktori, rongga ginjal, usus, tulang subnotchord, linea lateralis, jantung, aorta, insang, infudibulum dan lipatan-lipatan sirip (Tang dan Ridwan, 2004).

Penetasan terjadi 17 jam 45 menit setelah pembuahan. Menurut Blaxter (1969) selain disebabkan oleh kelembutan khorion oleh enzim, penetasan juga dapat disebabkan oleh gerakan-gerakan akibat peningkatan suhu, intensitas cahaya atau penyerapan tekanan oksigen. Penetasan dapat terjadi karena dua hal yaitu 1) kerja mekanik yaitu embrio sering mengubah posisinya karena kekurangan ruang dalam cangkangnya atau karena embrio telah lebih panjang dari lingkungan cangkangnya, 2) kerja enzimatik yaitu enzim dan unsur kimia lainnya yang dikeluarkan oleh kelenjar endodermal didaerah pharink embrio.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian maka dapat diperoleh proses pembelahan paling cepat terdapat pada perlakuan P3 (32°C) yaitu pembelahan sel dari 2-32 sel mencapai 1 jam 15 menit, morula ke gastrula mencapai 4 jam 36 menit dan terbentuknya perisai embrio hingga telur menetas membutuhkan waktu 17 jam 45 menit diikuti perlakuan P2 (30°C) yaitu proses pembelahan sel dari 2-32 sel mencapai 1 jam 20 menit, dari morula ke gastrula mencapai 4 jam 56 menit dan terbentuknya perisai embrio hingga telur menetas membutuhkan waktu 17 jam 57 menit, perlakuan P1 (28°C) proses pembelahan sel dari 2-32 sel mencapai 1 jam 26 menit, dari morula ke gastrula mencapai 5 jam 10 menit dan terbentuknya perisai embrio hingga telur menetas membutuhkan waktu 18 jam 19 menit. Sedangkan proses pembelahan paling lambat terdapat pada perlakuan P0 (26°C) yaitu dari pembelahan 2-32 sel mencapai 1 jam 30 menit, dari morula ke gastrula mencapai 5 jam 25 menit dan terbentuknya perisai embrio hingga telur menetas mencapai 18 jam 36 menit.

Penulis menyarankan agar dilakukan penelitian lanjutan terhadap laju penyerapan kuning telur larva ikan pawas menggunakan suhu 32°C yang merupakan suhu terbaik dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Affandi R dan Tang U. 2000. Fisiologi Hewan Air. Riau: Uni Press.
- Affandi R, Sjafei DS, Rahardjo MF, Sulistiono. 2005. Fisiologi Ikan. Pencernaan dan Penyerapan Makanan. Dep. Managemen Sumberdaya Perairan. FPIK, IPB. Bogor.
- Alawi, H. 1994. Pengelolaan Balai Benih Ikan. Laboratorium Reproduksi/Pembenihan. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. 114 hlm.
- Budiardi, T., W. Cahyaningrum dan I. Effendi. 2005. Efisiensi Pemanfaatan Kuning Telur Embrio dan Larva Ikan Maanvis (*Pterophyllum scalare*) Pada Suhu Inkubasi Yang berbeda. Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Das. T. Pal, A. K., Chakraborty, S. K., Manush, S. M., Chatterjee, N., Mukherjee, S.C. 2004. Thermal tolerance and oxygent consumption of Indian Major acclimated to four different temperature. Journal of Thermal Biology 29: 157-163.
- Das. T. Pal, A. K., Chakraborty, S. K., Manush, S. M., Chatterjee, N., Mukherjee, S.C. 2004. Thermal tolerance and oxygent consumption of Indian Major acclimated to four different temperature. Journal of Thermal Biology 29: 157-163.
- Effendi, M. I. 2002. Biologi Perikanan. Penebar Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. Indonesia. 159 hal.

- Effendie, M.I. 1979. *Metoda Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri. Bogor. 112 hlm.
- Effendie, M.I. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 159 hlm.
- Iqbal, M.D. dan J. Herlinah. 2007. Pengaruh Kejutan Dingin Terhadap Masa Inkubasi, Derajat Penetasan dan Sintasan Prelarva Ikan Bandeng. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanudin. Makasar.
- Leis, J.M. 1987. Review of the early life history of tropical groupers (Serranidae) and snappers (Lutjanidae). *In: Polovina, J.J. and S. Ralston (eds.). Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management*. Westview Press/Boulder and London. 189-237pp.
- Masrizal., A. Wahizi dan Azhari. 2001. Pengaruh Suhu Yang Berbeda Terhadap Hasil Penetasan Ikan Patin (*Pangasius sutchi*). Universitas Andalas.
- Olivia, S. 2011. Pengaruh Suhu Media Terhadap Keragaan Embriogenesis dan Kelangsungan Hidup Larva Ikan Nilem dalam Wadah Terkontrol. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. UNPAD
- Perdiman. 2013. Embriogenesis dan Perkembangan Awal Larva Ikan Tawes (*Puntius javanicus* Blkr). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. 46 hlm.
- Satyani, D. 2007. *Reproduksi dan Pembenuhan Ikan Hias Air Tawar*. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Jakarta.
- Sukendi. 2003. Vitelogenesis dan Manipulasi Fertilisasi pada Ikan. Bagian bahan matakuliah reproduksi ikan Jurusan Budidaya Perairan Faklutas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru.
- Sukra, Y., L. Rahardjo, dan I. Djuwita. 1989. *Embriologi I*. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat. IPB. Bogor
- Sutisna, D. H dan Ratno. 1995. *Pembenuhan Ikan Air Tawar*. Yogyakarta. Kanisius.
- Tahir, A., T.C. Fletcher, D.F. Houlihan and C.J. Secombes, 1993. Effect of short-term exposure to oil-contaminated sediments on the immune response of dab (*Limandalimanda, L.*). *J.Aquatic Toxicol* 27: 71-82.
- Tang, U. M., Affandi. R. 2004. *Biologi Reproduksi Ikan*. Uni Press. Pekanbaru.
- Wijayanti, G.E., Sugiarto, P. Susatyo dan A. Nuryanto. 2010. Perkembangan Embrio dan Larva Ikan Nilem yang Diinkubasi pada Media dengan Berbagai Temperatur. *Prosiding Semnas Basic Science VII* Vol III hal 180-187
- Yamagami, K. 1988. Mechanisme of hatching in fish. P: 447-499. In hoar, W.S. and D.J. Randall (eds) *Fish Physiology Volume XI, The*

Physiology of Developing Fish, Part A, Egg and Larvae. AcademicPress, Inc.

Yusrina. 2001. Perkembangan Ikan Black Ghost (*Apteronotus albifrons*), Skripsi, Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor.