

Analisis Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Perkembangan Embrio Ikan Nilem (*Osteochilus Vittatus Valenciennes, 1842*)

Silvani Yuan Tamu Ina¹, Sartika Tangguda², Ni Putu Dian Kusuma³

^{1,2,3} Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang

Alamat: Jl. Kampung Baru Pelabuhan Ferry Bolok, Kabupaten Kupang-Nusa Tenggara Timur

Korespondensi penulis: ni.kusuma@kcp.go.id

Abstract. Knowledge related to Bonylip Barb (*Osteochilus vittatus Valenciennes, 1842*) embryo development is essential as a first step to developing a suitable fish hatchery method to support higher egg quality and quantity, thus increasing fry production. The purpose of the observation is to study and provide information on the development of bonylip barb fish embryos, which has been limited to academics and the public until now. Observations were carried out in April 2023 at the Muntilan Fish Health and Environmental Testing Laboratory, Central Java. Bonylip Barb embryo development takes 23 hours and 11 minutes after fertilization. This process is influenced by factors that limit the embryo's development until hatching.

Keywords: Embryogenesis, Bonylip Barb, *Osteochilus Vittatus*

Abstrak. Pengetahuan terkait perkembangan embrio ikan Nilem (*Osteochilus vittatus Valenciennes, 1842*) penting sebagai langkah awal untuk mengembangkan cara pembenihan ikan yang baik dalam mendukung kualitas dan kuantitas telur yang lebih baik sehingga meningkatkan produksi benih. Tujuan pengamatan adalah untuk mempelajari dan memberikan informasi perkembangan embrio ikan Nilem yang hingga saat ini masih terbatas di kalangan akademisi dan masyarakat. Pengamatan dilaksanakan pada bulan April 2023 di Laboratorium Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan Muntilan, Jawa Tengah. Perkembangan embrio ikan Nilem berlangsung selama 23 jam 11 menit setelah pembuahan terjadi. Proses ini dipengaruhi oleh faktor-faktor yang menjadi pembatas perkembangan embrio hingga menetas.

Kata kunci: Embriogenesis, Ikan Nilem, *Osteochilus Vittatus*

LATAR BELAKANG

Ikan Nilem (*Osteochilus vittatus Valenciennes, 1842*) adalah salah satu ikan asli Indonesia yang terdistribusi ke beberapa wilayah seperti pulau Jawa (Parawangsa *et al.*, 2022), Bali (Taradhipa *et al.*, 2018; Pertamina *et al.*, 2020), Sumatera (Zulfahmi *et al.*, 2021), Kalimantan (Santoso & Wahyudewantoro, 2019), dan Sulawesi (Herjayanto *et al.*, 2019). Ikan ini memiliki potensi untuk menjadi komoditas budidaya perikanan (Prayogo *et al.*, 2019). Ikan Nilem masuk dalam Daftar Merah Spesies Terancam Punah IUCN sebagai spesies yang dikhawatirkan akan punah (Lumbantobing & Vidthayanon, 2020). Upaya penyediaan stok ikan Nilem di alam dilakukan melalui kajian aspek reproduksi yang diharapkan akan menjadi informasi yang mendukung kegiatan pembenihan (Muchlisin *et al.*, 2014; Syandri *et al.*, 2015, Adami *et al.*, 2016; Rostika *et al.*, 2017).

Perkembangan embrio adalah proses pembelahan sel hingga menjadi zigot melalui proses yang terjadi secara seksual. Perkembangan embrio dimulai dengan tahap cleavage yaitu tahap pembelahan sel, blastulasi, grastulasi dan neurulasi (Hayati, 2019; Yusni, 2023). Perkembangan embrio dilanjutkan dengan proses organogenesis dimana organ-organ tubuh

telah terbentuk. Perkembangan embrio berakhir pada saat semua sistem organ terbentuk (Soedibya & Pramono, 2018).

Kegiatan pembenihan ikan memerlukan informasi dasar terkait perkembangan embrio dan larva. Menurut Soedibya & Pramono (2018), pada masa inkubasi seringkali proses perkembangan embrio tidak sempurna bahkan mengakibatkan kematian sehingga ini menjadi fase kritis pada kegiatan produksi benih. Pengamatan embrio pada ikan Nilem masih jarang dilakukan, sehingga perlu dilakukan kajian lebih lanjut tentang pola perkembangan embrio serta faktor-faktor yang mempengaruhinya.

KAJIAN TEORITIS

Penelitian terkait budidaya khususnya kegiatan pembenihan ikan Nilem telah dilakukan pada skala laboratorium maupun di balai produksi benih milik pemerintah. Penelitian tersebut seperti pematangan gonad (Setyaningrum *et al.*, 2017; Tarigan *et al.*, 2017; Rizkika *et al.*, 2019; Habibah *et al.*, 2020), pemijahan semi buatan (Muchlisin *et al.*, 2014; Adami *et al.*, 2016), kualitas telur (Tarigan *et al.*, 2020), pengaruh hormon terhadap daya tetas telur (Vebiola *et al.*, 2021), perkembangan larva (Yusuf *et al.*, 2014), dan pertumbuhan dan sintasan (Said *et al.*, 2021; Aditya *et al.*, 2023).

METODE PENELITIAN

Pengamatan perkembangan embrio dilakukan pada bulan April 2023 di Laboratorium Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (LPKIL) Muntilan, Jawa Tengah. Kegiatan pembenihan diawali dengan melakukan seleksi induk, kemudian induk jantan dan betina dipelihara secara terpisah pada kolam semi intensif. Induk diberi pakan pellet apung dengan frekuensi 2 kali sehari secara *ad satiation*.



Gambar 1. Induk ikan Nilem. Ket: A. Induk betina dan B. Induk jantan

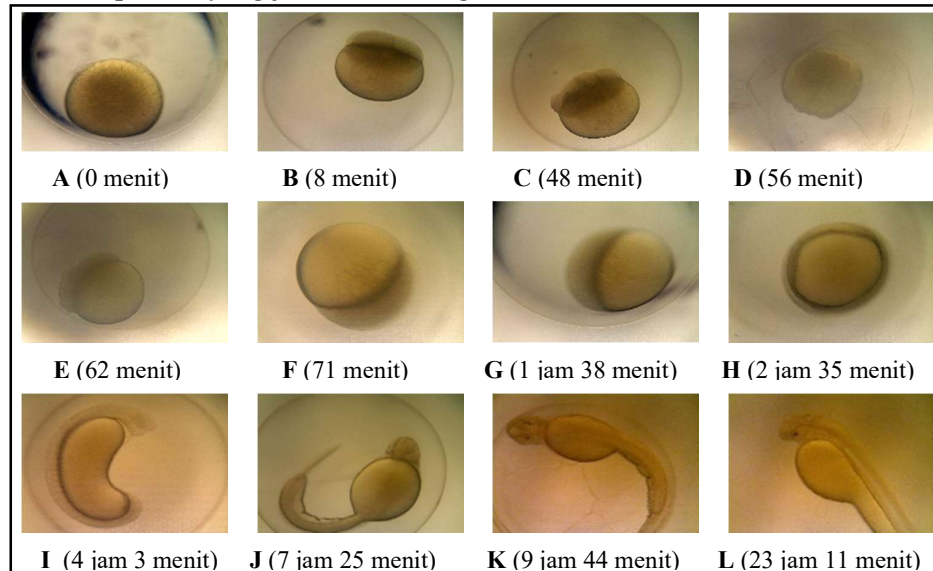
Wadah untuk pemijahan berupa bak beton dengan ukuran 4 x 6 x 1 m yang dipasangkan happa ukuran 1 x 2,5 x 1 m dengan tinggi air 0,7 m. Induk yang digunakan dalam pemijahan sebanyak 32 ekor betina dan 46 ekor jantan. Pembenihan ikan Nilem dilakukan secara semi

buatan (*induced spawning*). Untuk merangsang kematangan gonad dan agar cepat memijah, induk disuntik ovaprim dengan dosis 0,3 ml/kg induk betina dan 0,2 ml/kg induk jantan. Setelah disuntik, induk dimasukkan ke dalam happa pemijahan yang tersedia. Sampel telur diambil setelah induk mengeluarkan telur setelah memijah. Telur diambil menggunakan seser halus lalu dimasukkan ke dalam gelas ukur volume 100 ml. Telur diamati setiap tahap perkembangan embrionya menggunakan mikroskop. Setiap fase lalu didokumentasikan dan hasil pengamatan dijabarkan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan Embrio

Perkembangan embrio menjadi larva dimulai dari fase cleavage, morula, blastula, gastrula, organogenesis hingga penetasan. Menurut Langeland & Kimmel (1997) dalam Soedibya & Pramono (2018), umumnya perkembangan embrio terjadi sangat cepat dimana setelah 24 jam sejak telur terbuahi embrio akan menunjukkan karakteristik larva ikan yang terlihat seperti berudu. Pada telur ikan, pembelahan sel terjadi hanya pada blastosis, yaitu daerah tipis dari sitoplasma yang jauh dari kuning telur.



Gambar 2. Perkembangan embrio ikan Nilem. Ket: A. Sel telur terbuahi; B. Pembelahan 2 sel; C. Pembelahan 4 sel; D. Pembelahan 8 sel; E. Pembelahan 16 sel; F. Pembelahan 32 sel; G. Morula; H. Blastula; I. Gastrula; J-K. Organogenesis; dan L. Fase menetas.

1. Fase Cleavage

Perkembangan embrio awal ditandai dengan terbentuknya bagian sel di atas kantung kuning telur dan kemudian terjadi pembelahan yang cepat dan sinkron untuk memperbanyak jumlah sel. Pola pembelahan sel pada telur ikan Nilem ini hanya terjadi pada daerah *blastodisc*,

sedangkan daerah kuning telurnya tidak membelah. Pembelahan terjadi secara vertikal dari kutub animal ke kutub vegetal dan berakhir di tepi luar kuning telur. Pembelahan pertama terjadi pada blastodisc dari kutub animal menuju daerah kutub vegetal.

Pembelahan pertama menjadi 2 sel terjadi 8 menit setelah pembuahan (Gambar 2B). Pembelahan menjadi 4 sel terjadi pada pukul 48 menit setelah pembuahan (Gambar 2C). Pembelahan menjadi 8 sel terjadi pada 56 menit setelah pembuahan (Gambar 2D). Selanjutnya pembelahan menjadi 16 sel terjadi pada 62 menit setelah pembuahan (Gambar 2E). Dan pembelahan menjadi 32 sel terbentuk pada 71 menit setelah pembuahan (Gambar 2F). Fase cleavage terbentuk dalam waktu 71 menit setelah pembuahan. Hal ini tidak berbeda jauh dengan pendapat Affandi *et al.*, 2005 dalam Nawir *et al.*, (2016) yang menyatakan bahwa cleavage adalah proses pembelahan sel pada perkembangan embrio dimana sel akan semakin mengecil menjadi unit-unit kecil yang disebut blastomer yang dimulai dari 18 menit pertama dan berakhir pada menit ke 75.

2. Fase Morula

Tahap morula ditandai dengan sel-sel divisi yang berurutan (lebih dari enam puluh empat blastomer) dan tersusun seperti bentuk “setengah buah beri”. Pada pengamatan telur, terjadi pembelahan sel menjadi 64 sel sampai ratusan sel yang terjadi pada 1 jam 38 menit setelah pembuahan (Gambar 2G). Menurut Nawir *et al.*, (2016), fase morula pada perkembangan telur berlangsung 1 jam 43 menit setelah pembuahan. Morula merupakan pembelahan sel yang terjadi setelah pembelahan ke 32 sel dan berakhir jika pembelahan sudah menghasilkan sejumlah blastomer yang memiliki ukuran sama namun ukurannya lebih kecil dan sulit untuk dihitung. Pada akhir pembelahan, akan dihasilkan dua kelompok sel. Kelompok pertama terdapat sel-sel utama (blastoderm) dan kelompok ke 2 terdapat sel-sel pelengkap.

3. Fase Blastula

Tahap blastula diidentifikasi ketika daerah periblast dan blastoderm atau sel embrio menjadi jelas. Pembelahan yang terjadi terus menerus menyebabkan bertambahnya jumlah sel dan berkurangnya ukuran sel. Pada tahap awal blastula, blastomer tersusun untuk membentuk gundukan sel setengah lingkaran padat yang melekat pada kuning telur. Fase blastula pada ikan Nilem terbentuk pada 2 jam 35 menit setelah pembuahan (Gambar 2H). Menurut Nawir *et al.*, (2016), proses terbentuknya blastula berlangsung pada 2 jam 43 menit setelah pembuahan. Di stadia ini blastomer akan terus membelah dan membentuk blastomer-blastomer dengan ukuran semakin kecil dan terdapat proses perubahan sel yang menempel di kuning telur yang terdapat lapisan seperti dibawah mangkuk terbalik. Dengan demikian, area padat di stadia morula akan berubah menjadi sebuah ruang kosong yang dikenal sebagai blastosul yang dilapisi oleh

blastoderm, sedangkan di sisi luar terdapat epiblast. Blastula terbentuk dari campuran sel-sel blastomer dalam rongga yang penuh cairan (Effendi, 1997 dalam Nawir *et al.*, 2016).

4. Fase Gastrula

Tahap ini menunjukkan terjadinya gerak morfogenetik yang dinamakan epiboly, yang mengakibatkan penataan ulang blastoderm relatif terhadap massa kuning telur, dan akhirnya membentuk germinatif folikel dan membentuk sumbu embrionik. Perkembangan embrio di tahap epibolik digambarkan dengan persentase blastoderm menutupi area kuning telur. Fase gastrula pada ikan Nilem terbentuk pada 4 jam 3 menit setelah pembuahan (Gambar 2I). Menurut Nawir *et al.*, (2016), 4 jam 36 menit setelah pembuahan akan terbentuknya fase gastrula. Fase ini pada kutub anima terbentuknya blastodisk yang berusaha membungkus kutub vegetal dan proses ini berlangsung sampai terjadinya pembentukan lapisan ekstoderm, mesoderm dan endoderm. Proses gastrula terus berlanjut sampai terbentuknya perisai embrio pada 4 jam 23 menit setelah pembuahan. Dari proses ini terdapat pergerakan sel dari lapisan blastomer dikutub anima. Sel bergerak ke arah kiri, kanan, dan depan sambil menutupi sebagian kuning telur dan menuju kutub tumbuh. Sukra (1989) dalam Nawir *et al.*, (2016) menyatakan bahwa tahap gastrula dimulai dengan pengentalan di sekitar tepi luar blastodisk, yang menghasilkan lingkaran cincin yang disebut cincin kecambah (*germ ring*). Cincin kecambah posterior yang tebal disebut cincin kecambah (*embryonic shield*).

5. Fase Organogenesis

Organogenesis adalah fase dimana organ-organ embrio mulai terbentuk. Fase organogenesis pada ikan Nilem berlangsung selama 9 jam 44 menit (Gambar 2J-K). Pada fase ini embrio mulai terlepas dari kuning telurnya, jantung sudah mulai aktif, dan ekor berubah menjadi lebih bertambah panjang Menurut Nawir *et al.*, (2016), fase organogenesis berlangsung pada 7 jam 54 menit setelah pembuahan. Fase organogenesis berlangsung lebih lama dibandingkan dengan fase Cleavage, Morula, Blastula dan Grastula. Pada tahap ini telah terbentuk bagian organ seperti *notocardo* pada embrio yang memanjang pada sisi kuning telur. Pada bagian kepala terletak pada kutub anima dan bagian ekor terletak dibagian kutub vegetal serta terdapat somit yang belum jelas. Bentuk embrio pada fase ini melengkung hampir diseluruh kuning telur dan terlihat transparan. Dan terbentuknya bakal organ lain seperti syaraf, mata, rongga, usus, ginjal, jantung, tulang, *subnotchord*, linea lateralis, aorta, *infidibulum* dan lipatan-lipatan sirip.

6. Fase Penetasan

Tahap akhir dari perkembangan embrio adalah penetasan. Penetasan telur ikan Nilem berlangsung 23 jam 11 menit setelah pembuahan dimana bagian kepala terlebih dahulu keluar

lalu diikuti ekornya (Gambar 2L). Menetasnya telur dapat disebabkan oleh tipisnya chorion oleh enzim dan adanya gerakan-gerakan embrio dari dalam cangkang akibat peningkatan suhu, intensitas cahaya atau penyerapan tekanan oksigen. Menurut Nawir *et al.*, (2016) proses penetasan terjadi 17 jam 45 menit setelah pembuahan. Embrio akan keluar dari cangkang disebabkan pada saat itu ukurannya yang bertambah panjang sehingga tidak cukup ruang dalam cangkang. Selain itu juga karena terdapat enzim oleh kelenjar endodermal yang membantu membuat cangkang menjadi lebih tipis sehingga embrio atau larva mudah keluar.

Faktor-Faktor yang Memengaruhi Perkembangan Embrio

Perkembangan embrio dapat dipengaruhi oleh faktor internal (hormon) dan eksternal (lingkungan perairan). Sesuai pernyataan Wahyuningtias *et al.*, (2015), perkembangan embrio dipengaruhi oleh faktor lingkungan baik fisik maupun kimia seperti suhu, pH dan oksigen terlarut. Perkembangan embrio, penetasan telur, dan kelangsungan hidup awal larva ikan dapat berlangsung normal pada lingkungan yang baik. Nawir *et al.*, (2016) menambahkan bahwa perkembangan embrio dan pembentukan chorionase dapat dipengaruhi faktor internal dan eksternal.

1. Faktor Internal

Telur ikan Nilem yang dihasilkan merupakan hasil pemijahan induk yang disuntik dengan ovaprim (pemijahan semi buatan), dimana waktu inkubasi berlangsung selama 23 jam 11 menit dan diperoleh derajat penetasan 76%. Waktu inkubasi ini lebih lama dibandingkan dengan penelitian Muchlisin *et al.*, (2014) dimana dengan pemijahan buatan diperoleh lama inkubasi telur selama 11 jam dan derajat penetasan 82,33% dengan penggunaan hormon ovaprim. Meskipun penelitian juga menggunakan hormon Ovaprim, namun perbedaan waktu inkubasi cukup jauh yang diduga karena penggunaan sistem pemijahan yang berbeda serta pengaruh faktor eksternal seperti suhu, pH dan oksigen terlarut. Sistem pemijahan serta aplikasi hormon diduga dapat meningkatkan kualitas telur, mempengaruhi waktu penetasan dan derajat penetasan. Ovaprim mengaktifkan dan menstimulasi hormon gonadotropin.

2. Faktor Eksternal

a) Suhu

Suhu mempengaruhi proses fisiologis (metabolisme), endokrin, induksi (oogenesis awal), vitellogenesis, dan tahap terakhir (termasuk pematangan gonad, ovulasi, dan oviposisi). Suhu penetasan telur ikan Nilem selama pengamatan berkisar antara 25,80-31,12 °C. Hal ini sesuai dengan pendapat Latuconsina (2020), bahwa telur akan menetas pada suhu optimum kisaran 25-32 °C. Menurut Nawir *et al.*, (2016), sebagai salah satu faktor dari luar, suhu dapat mempengaruhi kondisi telur karena perubahan suhu air mempengaruhi tingkat metabolisme

ikan. Suhu tinggi dapat merangsang keluarnya enzim penetasan sehingga waktu pelepasan chorion menjadi sangat singkat, embrio dalam cangkang menjadi lebih aktif dan telur lebih cepat menetas. Namun tingkat kelarutan oksigen akan berkurang dan telur menetas dalam kondisi prematur saat suhu mencapai 36 °C. Embrio akan menetas lebih lama jika suhu penetasan rendah karena enzim penetasan tidak bekerja dengan baik untuk menipiskan cangkang telur dan akhirnya membuat embrio lebih lama merusak cangkang untuk keluar. Suhu yang rendah juga membuat perkembangan embrio menjadi lambat. Pada larva, suhu mempengaruhi laju penyerapan kuning telur diaman saat suhu meningkat, metabolisme juga meningkat sehingga mempercepat tingkat penyerapan kuning telur ikan Nilem (Asiah *et al.*, 2022).

Suhu merupakan faktor penting dalam mengendalikan proses pembuahan, embriogenesis, dan penetasan. Menurut Pamungkas *et al.*, (2022), telur ikan adalah salah satu fase pertumbuhan yang sensitif terhadap panas, dengan batas toleransi ± 6 °C dari suhu pemijahan. Kematian telur meningkat secara dramatis bahkan oleh kenaikan suhu yang kecil, terutama pada spesies tropis. Perkembangan embrio berlangsung cukup lama yaitu 23 jam 11 menit pada suhu 25,80-31,12 °C. Hal ini diduga karena suhu selama penelitian tergolong lebih rendah dari dibandingkan dengan hasil penelitian Nawir *et al.*, (2016) yang memperoleh waktu lebih cepat yaitu 17 jam 45 menit pada suhu 32 °C dan penelitian Bhagawati *et al.*, (2020) yaitu 18 jam pada suhu 26-27 °C. Pada suhu rendah, fungsi fisiologis termasuk metabolisme akan berjalan lambat sehingga perkembangan embrio lebih lama, terutama pada fase gastrula. Namun menurut Hutagalung *et al.*, (2017) pembuahan dan penetasan telur tidak berlangsung normal pada suhu yang lebih tinggi dari suhu kamar (27 °C). Suhu yang tinggi memang akan mempercepat metabolisme dan perkembangan embrio semakin cepat tapi dapat menghambat proses penetasan. Saat suhu lebih dari 27 °C, embrio tidak dapat mentolerir dan akhirnya penetasan terjadi sangat cepat dan larva yang baru menetas belum siap dengan kondisi suhu lingkungannya dan akhirnya mengalami kematian. Hal ini didukung oleh pernyataan Monalisa dan Minggawati (2010) dalam Hutagalung *et al.*, (2017) bahwa suhu yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dari kisaran optimal dapat menyebabkan kematian pada ikan. Menurut Yusni (2023), masa penetasan telur juga dipengaruhi oleh cahaya. Telur menetas lebih lambat jika wadah penetasan diletakkan pada tempat yang minim cahaya.

2. Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) pada suatu perairan berpengaruh terhadap kehidupan organisme di perairan tersebut. Perubahan derajat keasaman yang terjadi terus menerus dapat memperlambat pertumbuhan organisme bahkan menyebabkan kematian pada kondisi pH yang

ekstrim. Nilai pH saat pengamatan telur berkisar antara pH 7-7,8. Nilai ini tidak jauh berbeda dengan pernyataan Latuconsina (2020), bahwa kisaran pH yang optimal untuk metabolisme dan kehidupan ikan Nilem adalah 7-8. Menurut Aryani (2015), nilai pH saat inkubasi telur tidak kurang dari nilai 4-5. Setiawati *et al.*, (2022) menambahkan bahwa nilai pH optimum untuk penetasan telur ikan nilem berkisar antara 6-9. Jika nilai pH kurang dari 6 maka tingkat daya tetas telur menjadi rendah karena kerja enzim chorionase akan terganggu. Enzim chorinase tidak dapat bekerja pada pH asam dan sebaliknya jika pH tinggi maka proses perkembangan embrio menjadi lebih cepat dan tingkat penetasan telur tinggi.

3. Oksigen Terlarut

Nilai oksigen terlarut dalam pengamatan ini berkisar antara 6,3-7,2 mg/l. Hal ini tidak berbeda jauh dengan pernyataan Latuconsina (2020) bahwa oksigen terlarut pada media inkubasi telur adalah 5-6 mg/l. Perkembangan embrio akan lebih lambat jika oksigen terlarut kurang sehingga menimbulkan mortalitas embrio serta kuning telur menjadi lemah dan berukuran kecil. Sesuai dengan pernyataan Hutagalung *et al.*, (2016), bahwa saat proses penetasan, telur membutuhkan oksigen terlarut untuk kelangsungan hidup embrio. Rendahnya oksigen terlarut menyebabkan perkembangan embrio melambat dan bahkan menimbulkan kematian. Sebaliknya jika kandungan oksigen terlarut tinggi, dapat meningkatkan derajat pembuahan telur, penetasan telur, dan tingkat kelangsungan hidup larva ikan. Selain oksigen terlarut, faktor lain yang dapat mempengaruhi masa penetasan telur adalah Amonia dan CO₂ terlarut sehingga menyebabkan kematian embrio. Telur yang terbuahi akan tumbuh dan menetas secara normal jika berada pada lingkungan yang mendukung seperti suhu dan oksigen yang optimal dan bebas dari organisme pathogen seperti jamur dan parasit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Proses perkembangan embrio ikan Nilem dari fase Cleavage sampai Gastrula berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan fase Organogenesis, karena setiap jenis ikan memiliki waktu perkembangan embrio yang berbeda-beda tergantung pada faktor internal (aplikasi hormon dan vitamin) dan faktor eksternal (suhu, oksigen, dan pH).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Laboratorium Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (LPKIL) Muntilan, Jawa Tengah yang menyediakan sarana dan prasarana selama pengamatan berlangsung. Artikel ini merupakan bagian dari Karya Ilmiah

Praktik Akhir pada Program Studi Teknik Budidaya Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang.

DAFTAR REFERENSI

- Adami, Y., Fadli, N., Nurfadillah N., Eriani, K., Jalil, Z., & Muchlisin, Z. A. (2016). A Preliminary Observation on the Effect of Sperm Extenders on the Fertilization and Hatching Rates of Seurukan Fish (*Osteochilus vittatus*) Eggs. *AACL Bioflux*, 9(2), 300-304.
- Aditya, A. C., Armando, E., & Sari, A. N. (2023). Pengaruh Pemberian Pakan Cacing Sutra (*Tubifex* sp.) yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 7(1), 19-27.
- Agatha, F. S., Mustahal, Syamsunarno, M. B., & Herjayanto, M. (2021). Early Study on Embryogenesis *O. woworae* at Different Salinities. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(2), 343-352.
- Aryani, N. (2015). *Nutrisi Untuk Pembenihan Ikan*. Padang: Bung Hatta University Press. 64 hlm.
- Asiah, N., Riauwati, M., Heltonika, B., Aryani, N., & Nurain. (2022). The Effect of Temperature on *Osteochilus melanopleurus*, Bleeker 1852 Yolk Utilization. *1th International and National Seminar on Fisheries and Marine Science, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 1-9
- Bhagawati, D., Nuryanto, A., & Rofiqoh, A. A. (2020). Efektivitas Ketinggian Air Media Dalam Wadah Sederhana Terhadap Inkubasi Telur Ikan Nilem. *Prosiding Seminar Nasional Biologi FMIPA UNM. Inovasi Penelitian Biologi dan Pembelajarannya di Era Merdeka Belajar Makassar*, 1-10.
- Gusrina. (2018). *Genetika dan Reproduksi Ikan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Hayati, A. (2019). *Biologi Reproduksi Ikan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Habibah, A. N., Pertiwi, R. P. C., & Chasanah, T. (2020). Gonadal Differentiation of Nilem Fish (*Osteochilus vittatus*) Utilizing Temperature Treatment. *Bioeduscience*, 4(2), 43-47.
- Herjayanto, M., Gani A., Adel, Y. S., & Suhendra, N. (2019). Iktiofauna Air Tawar Beberapa Danau dan Sungai Inletnya di Provinsi Sulawesi Tengah, Indonesia. *Journal of Aquatropica Asia*, 4(1),1-9.
- Hutagalung, J., Alawi., & Sukendi. (2016). Pengaruh Suhu dan Oksigen Terhadap Penetasan Telur dan Kelulusanhidupan Awal Larva Ikan Pawas (*Osteochilus vittatus*). *E-Journal Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau*, 1-13.
- Latuconsina, H. (2020). *Ekologi Ikan Perairan Tropis: Biodiversiti, Adaptasi, Ancaman dan Pengelolaannya*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Lumbantobing, D. & Vidthayanon, C. (2020). *Osteochilus vittatus*. Daftar Merah Spesies Terancam Punah IUCN 2020: e.T180750A89800935. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T180750A89800935.en>.

- Muchlisin, Z. A., Arfandi, G., Adlim, M., Fadli, N., & Sugianto, S. (2014). Induced spawning of seurukan fish, *Osteochilus vittatus* (Pisces: Cyprinidae) using ovaprim, oxytocin and chicken pituitary gland extracts. *AACL Bioflux*, 7(5), 412-418.
- Nawir, M., Sukendi & Nuraini. (2016). The Embryonic of Pawas (*Osteochilus hasselti* C.V) With Different Temperature. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*, 3(2), 1-11.
- Pamungkas, W., Arifin, O. Z., Subagja, J., Imron, Anggraeni, F., Astuti, D. N., Palimirmo, F. S., & Marnis, H. (2022). Reproductive Performance of *Osteochillus vittatus* Outside of the Natural Environment. *11th International and National Seminar on Fisheries and Marine Science, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 1-8.
- Parawangsa, I. N. Y., Artha, G. A. K., & Tampubolon, P. A. (2022). Morphoregression and Reproduction Aspect of Bonylip Barb (*Osteochilus vitattus*) in Tamblingan Lake. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 14(2), 272-284.
- Prayogo, N. A., Pramono, T. B., Siregar, A. S., Sukardi, P., & Kawaichi, P. (2019). Molecular Cloning of Gonadotropin Hormones I (GtH-I) and (GtH-II) Genes In HARd-Lipped Barb (*Osteochillus hasseltii*) and Effect Photoperiods on the Genes Expression. *Biotropia*, 26(3), 191-200.
- Redha, A. R., Raharjo, E. I., & Hasan, H. (2014). Dampak Suhu yang Berbeda pada Pertumbuhan Embrio dan Tingkat Penetasan Telur Ikan Kelabau (*Osteochilus melanopleura*). *Jurnal Ruaya*, 4(1), 1-7.
- Rizkika, N., Fakhurrozi, Y., Kurniawan, A., & Kurniawan, A. (2019). Kematangan Gonad Ikan Cempedik (*Osteochilus spilurus*, Bleeker 1851) pada Musim Penghujan di Sungai Lenggang, Belitung. *J. Sains Dasar*, 8(1), 20-24.
- Rostika, R., Andriani, Y., & Junianto. (2017). Fecundity Performance of Nilem (*Osteochilus vittatus*) from Cianjur, Tasikmalaya and Kuningan Districts, West Java, Indonesia. *Asian Journal of Agriculture*, 1(1), 17-21.
- Rosyida, A., Basuki, F., Nugroho, R. A., Yuniarti, T., & Hastuti, S. (2020). Performa Reproduksi Induk Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*) yang Disuntik Hormon Sintetis sGnRH-a dan Anti Dopamin dengan Dosis Berbeda. *Sains Akuakultur Tropis: Jurnal Budidaya Perairan Tropis Indonesia*, 5(2), 97-106.
- Said, D. S., Mayasari, N., Febrianti, D., & Chrismadha, T. (2021). Kinerja Pertumbuhan dan Sintasan Ikan Nilem *Osteochilus vittatus* (Valenciennes, 1842) pada Pemeliharaan dengan Pakan Kombinasi Tumbuhan Lemna (*Lemna perpusilla* Torr) dan Pakan Komersial. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 21(2), 151-165.
- Setyaningrum, N., Sugiharto, & Hidayah, H. A. (2017). The Gonad Maturity of Female *Osteochillus vittatus* in the Presence of Ascorbic Acid. *Journal of Biology & Biology Education*, 9(2), 257-264.
- Setiawati, S., Husain, L., & Hamdani, D. P. (2019). Pengaruh pH Air Terhadap Kelangsungan Hidup Telur dan Larva Ikan Nilem (*Osteochilus vittatus*) di Lingkungan Pemeliharaan. *Jurnal Agribisnis Perikanan*, 15(2), 426-432.
- Soedibya, P. H. T & Pramono, T. B. (2018). *Budidaya Perairan Tawar*. Buku Ajar. Purwokerto: Universitas Jenderal Soedirman. ISBN : 978-602-1004-58-6. pp. 82.

- Syandri, H., Azrita, & Junaidi. (2015). Fecundity of Bonylip Barb (*Osteochilus vittatus* Cyprinidae) in Different Waters Habitats. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2(4), 157-163.
- Taradhipa, I. G. A. D. O., Arthana, I. W., & Kartika, G. R. A. (2018). Keanekaragaman Jenis dan Sebaran Ikan di Danau Buyan Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 1(1), 57-63.
- Tarigan, N., Supriatna, I., Setiadi, M. A., & Affandi, R. (2017). Pengaruh Vitamin E dalam Pakan terhadap Pematangan Gonad Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*, CV). *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 19(1), 1-9.
- Tarigan, N., Affandi, R., & Meiyasa, F. (2020). Effect of vitamin E on the Quality of Egg Bonylip Barb Fish *Osteochilus vittatus* (Valenciennes, 1842). *Aceh Journal of Animal Science*, 5(2), 112-116.
- Vebiola, Y., Marnani, S., Pramono, T. B., Santoso, M., & Kasprijo. (2021). Efektifitas Perendaman Telur Dalam Larutan Hormon Tiroksin Dengan Dosis Berbeda Terhadap Daya Tetas, Pertumbuhan, dan Kelangsungan Hidup Larva Ikan Nilem Strain Seruni (*Osteochilus hasselti*). *Jurnal Ruaya*, 9(1), 22-29.
- Wijayanti, G. E., Sugiharto, P., Susatyo & A. Nuryanto. (2010). Perkembangan Embrio dan Larva Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti* CV) pada Berbagai Suhu. *7th Ilmu Dasar Nasional Prosiding Seminar*, 7(3), 180-187.
- Yusni, E. (2023). *Reproduksi Ikan*. Medan: CV. Merdeka Kreasi Group. ISBN: 978-623-8238-10-1. pp. 97.