

TEKNOLOGI PEMBENIHAN IKAN BETOK



(*Anabas testudineus*)

M. MUSLIM

TEKNOLOGI PEMBENIHAN IKAN BETOK

(Anabas testudineus)

M. Muslim



TEKNOLOGI PEMBENIHAN IKAN BETOK ***(Anabas testudineus)***

Penulis :

M. Muslim

ISBN : 978-602-60137-5-0

Editor :

M. Taufik

Penyunting :

M. Taufik

Desain Sampul :

M. Taufik

Penerbit:

PT. Panca Terra Firma

Jl. Imam Bonjol No. 40

Bandung 40132

Mei, 2019

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat dan karunia-Nya, sehingga penulisan buku berjudul “Teknologi Pembenihan Ikan Betok (*Anabas testudineus*)” ini dapat diselesaikan. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu dalam proses penyusunan naskah, editing sampai terbitnya buku ini.

Buku ini menguraikan aspek-aspek pembenihan ikan betok. Dalam buku ini diuraikan bioekologi ikan betok, sebagai informasi dasar tentang ikan betok di alam dan berbagai aspek biologi dan ekologi ikan betok. Pada bab selanjutnya diuraikan tentang seleksi calon induk ikan betok yang akan digunakan untuk proses pemijahan. Pematangan gonad ikan betok juga diuraikan pada bab berikutnya. Teknik pemijahan ikan betok dengan menggunakan hormon baik sintetik maupun alami dan juga induksi pemijahan ikan betok dengan manipulasi ketinggian air. Perkembangan embrio ikan betok diuraikan pada bab selanjutnya. Aspek perkembangan embrio sangat penting untuk diketahui dalam proses pembenihan ikan betok. Selanjutnya aspek penetasan telur ikan betok dengan berbagai manipulasi faktor lingkungan terutama suhu dan keasaman air, karena kedua faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap proses penetasan telur. Pada bagian akhir diuraikan teknik perawatan larva ikan betok sampai menjadi benih.

Dalam penyusunan buku ini penulis menggunakan berbagai sumber dan juga juga hasil penelitian penulis bersama tim. Sumber referensi yang digunakan terlampir dalam bab daftar pustaka. Penulis menyadari penyusunan buku ini masih belum sempurna, oleh karena itu kritik dan saran demi kesempurnaan di masa yang akan datang sangat diharapkan. Semoga buku ini bermanfaat bagi masyarakat terutama bagi masyarakat yang berminat untuk menekuni usaha pembenihan ikan betok.

Indralaya, April 2019

Penulis

*Karya ini ku persembahkan
Untuk isteriku
Selly Oktarina, S.P, M.Si
dan
anak-anakku
Nabilah Zhafirah,
Muhammad Fauzan Zhafran,
dan Nadia Zhahirah,
Untuk
orangtua dan keluargaku,
untuk
para guru dan dosenku,
serta
para mahasiswa dan pencari ilmu.*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	1
DAFTAR ISI	4
PENDAHULUAN	5
BIOEKOLOGI	9
SELEKSI CALON INDUK	14
PEMATANGAN GONAD.....	18
PEMIJAHAN	23
PERKEMBANGAN EMBRIO	31
PENETASAN TELUR	38
PERAWATAN LARVA-BENIH	42
DAFTAR PUSTAKA	45
INDEKS.....	51
Sekilas Tentang Penulis	53

PENDAHULUAN

Ikan betok dengan nama ilmiah *Anabas testudineus* merupakan salah satu jenis ikan asli penghuni perairan alami Indonesia. Ikan ini hidup di rawa-rawa, dan anak-anak sungai yang terhubung dengan rawa banjiran. Secara morfologi ikan betok memiliki duri-duri keras pada sirip punggungnya. Ikan ini tahan hidup dalam lingkungan perairan yang kurang kandungan oksigen terlarutnya, karena ikan ini memiliki alat bantu pernafasan berupa labirin untuk mengambil oksigen dari atmosfer untuk proses pernafasannya. Selain tahan terhadap oksigen terlarut rendah, ikan ini juga tahan terhadap keasaman air yang rendah.

Makanya ikan ini dapat hidup di rawa-rawa, termasuk rawa gambut yang keasaman airnya sangat rendah. Ketahanan ikan betok terhadap oksigen rendah dan keasaman rendah merupakan keunggulan biologi yang bermanfaat untuk pengembangan ikan ini sebagai komoditi budidaya. Selain keunggulan tersebut, ikan ini juga mudah menerima berbagai jenis makanan, bahkan ikan liar yang baru dijinakan dalam media budidaya, dapat menerima pakan buatan (pellet) yang diberikan pemeliharanya. Selain itu, keunggulan biologi lainnya, ikan betok menghasilkan telur yang banyak, dan siklus reproduksinya cepat. Selain beberapa keunggulan biologi yang telah diuraikan, ikan ini juga memiliki nilai ekonomi yang tinggi.

Ikan betok merupakan salah satu jenis ikan dari perairan rawa yang bernilai ekonomis (Muslim, 2007). Pada bulan Januari tahun 2019, di pasar tradisonal Indralaya, Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan, harga ikan betok bervariasi berkisar Rp. 30.000-

45.000/kg untuk ikan ukuran besar (berat sekitar 40-100 gram/ekor) dan untuk ikan ukuran sedang (20-40 gram/ekor) dengan harga berkisar Rp. 15.000-25.000/kg. Di Pasar tradisional Kota Palembang, Sumatera Selatan harga ikan betok ukuran besar berkisar 50.000-70.000/kg. Harga ikan betok di pasar tradisional Indralaya, lebih tinggi dibandingkan harga daging ayam potong yang berkisar antara Rp. 25.000-30.000/kg. Begitu pula bila dibandingkan dengan harga ikan lain seperti ikan patin (*Pangasius sutchi*), seharga Rp. 18.000/kg, ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan harga Rp. 20.000/kg, ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) dengan harga Rp. 15.000/kg. (survey pada bulan Januari 2019)

Tingginya harga ikan betok di pasaran disebabkan kurangnya jumlah ikan betok di pasar. Di Pasar Indralaya, hanya ada satu atau dua pedagang saja yang menjual ikan betok. Hal ini disebabkan sudah kurangnya hasil tangkapan nelayan ikan betok dari rawa-rawa lebak lebung yang ada. Memang selama ini produksi ikan betok masih mengandalkan hasil tangkapan nelayan dari perairan umum (rawa lebak lebung).

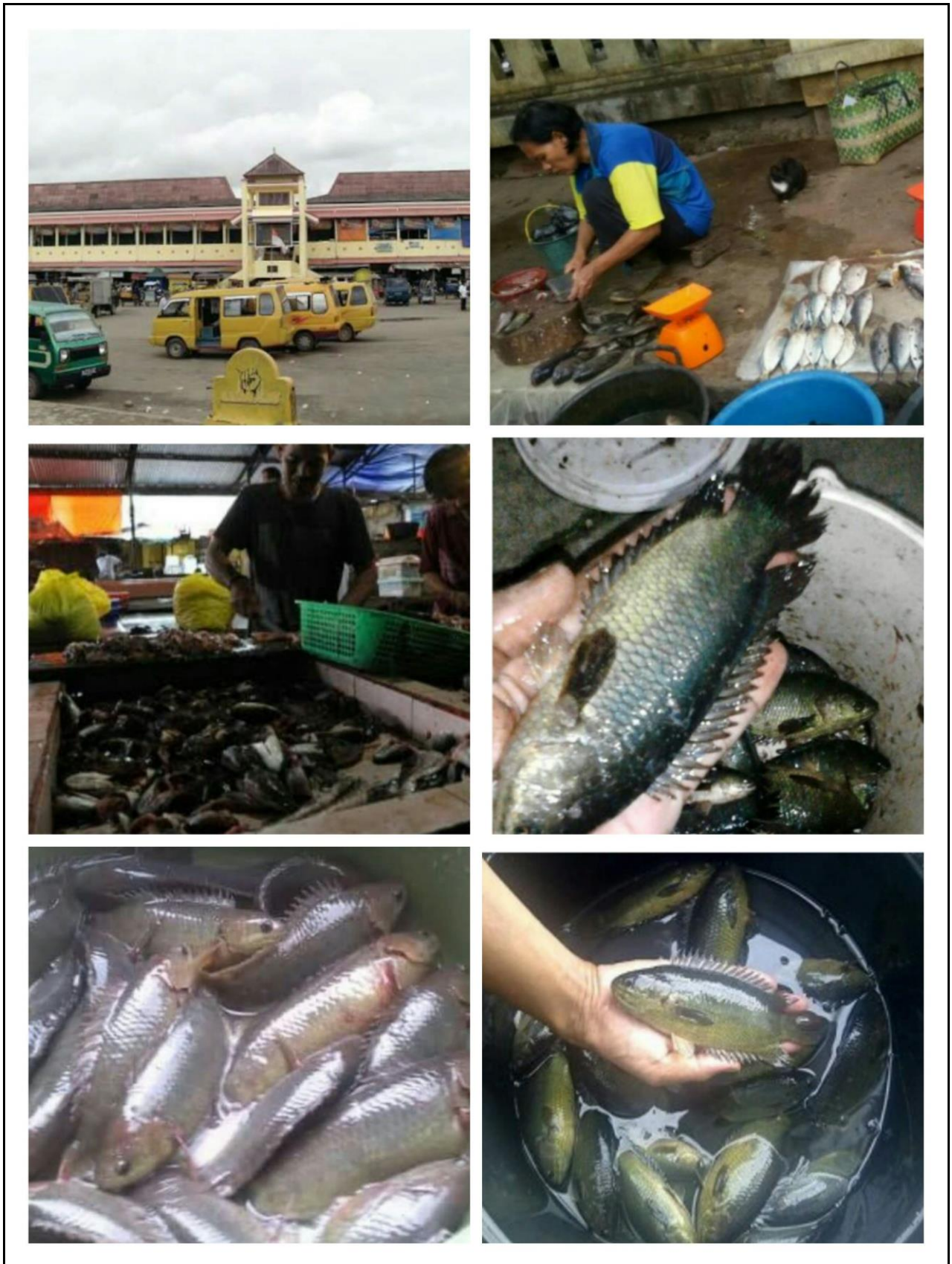
Dengan berkurangnya stok ikan betok di alam, sedangkan peminat/konsumen ikan betok masih banyak menyebabkan ketidakseimbangan antara permintaan (*demand*) dan ketersediaan barang (*stock*), sehingga hukum ekonomi “ bila barang sedikit, permintaan meningkat maka harga akan meningkat”. Mengingat ikan betok ini merupakan ikan yang memiliki cita rasa yang lezat, sehingga konsumen ikan betok selalu ingin menikmati lezatnya berbagai menu ikan betok, maka ini merupakan peluang bagi pengusaha untuk membudidaya ikan betok.

Ikan betok dikonsumsi masyarakat sebagai lauk pauk, baik dalam bentuk segar maupun dalam bentuk awetan dan olahan. Berbagai menu masakan ikan betok segar, antara lain ikan betok pindang, ikan betok panggang dan ikan betok goreng. Menu masakan ikan betok pindang sangat digemari masyarakat. Di

rumah makan khas Sumatera Selatan sering menyediakan menu *pindang betok*. Harga masakan pindang betok berkisar 25.000-30.000 per porsi yang terdiri dari 2 ekor ikan betok ukuran besar. Ikan betok goreng juga sangat diminati masyarakat. Ikan betok panggang juga sangat populer. Ikan betok jika dipanggang dengan bara api, mengeluarkan minyak yang cukup banyak. Minyak dari daging ikan betok ini sangat disukai masyarakat. Selain dimasak segar, ikan betok sering juga diawetkan menjadi bekasam (ikan betok difermentasi), ikan betok salai (diproses dengan cara pengasapan ikan menggunakan kayu bakar), ikan betok asin. Dalam bentuk olahan, ikan betok bisa juga dibuat kerupuk kemplang dengan cara ikan betok digiling terlebih dahulu, kemudian dicampur dengan bahan-bahan lain selanjutnya diolah menjadi kerupuk kemplang.

Peminat ikan betok, bukan hanya masyarakat Sumatera Selatan saja, namun banyak masyarakat Indonesia lainnya yang sangat suka makan ikan betok, misalnya masyarakat Kalimantan, Jambi, Riau, Lampung, Sulawesi dan lain sebagainya. Pada umumnya daerah-daerah yang memiliki lahan perairan rawa tidak asing dengan ikan satu ini. Karena habitat utama ikan betok adalah perairan rawa-rawa, terutama rawa-rawa yang ada di Sumatera, Kalimantan, Jawa, Sulawesi dan Papua.

Dengan meningkatnya permintaan ikan betok di pasar, maka perburuan ikan betok di alam semakin meningkat. Hal ini dapat menyebabkan menurunnya populasi ikan betok di alam, dan pada akhirnya dapat menyebabkan punahnya ikan betok dari alam. Oleh karena itu sebelum ikan betok punah sebaiknya dilakukan upaya pembudidayaannya. Dengan berhasilnya ikan betok dibudidayakan, selain dapat mencegah punahnya ikan betok, produksi ikan betok juga dapat ditingkatkan untuk memenuhi permintaan konsumen dapat terpenuhi.



Gambar 1. Pasar tradisional Indralaya, Ogan Ilir, banyak menjual ikan betok (*A testudineus*)

BIOEKOLOGI

Menurut Saanin (1984), sistematika ikan betok sebagai berikut: Phylum Chordata, Subphylum Vertebrata, Kelas Pisces, Subkelas Teleostei, Ordo Labyrinthichii, Subordo Anabantoide, Famili Anabantidae, Genus *Anabas*, Spesies *Anabas testudineus*. Menurut Collins *et al* (2015), Subordo Anabantoide terdiri dari Famili Anabantidae, Helostomatidae, Osphronemidae.

Famili Anabantidae terdiri dari Genus *Anabas*, *Ctenopoma*, *Microtenopoma*, dan *Sandelia*. Famili Helostomatidae terdiri dari Genus *Helostoma* (ikan tembakang/sapil/biawan). Famili Osphronemidae terdiri dari subfamili Belontiinae, Osphroneminae, Luciocephalinae, dan Macropodusinae. Subfamili Belontiinae terdiri dari Genus *Belontia* (ikan selincah). Subfamili Osphroneminae terdiri dari Genus *Osphronemus* (ikan gurami). Subfamili Luciocephalinae terdiri dari Genus *Luciocephalus*, Genus *Sphaerichthys* (gurami coklat), Genus *Ctenops*, Genus *Parasphaerichthys*. Subfamili Macropodusinae terdiri dari Genus *Trichogaster* (ikan sepat siam, sepat rawa, sepat mata merah, sepat mutiara), Genus *Trichopodus* (sepat hias, sepat biru), Genus *Betta* (kelompok ikan cupang, ikan tempalo, ikan tempala, ikan laga), Genus *Parasphromerus* (ikan cupang), Genus *Macropodus*, Genus *Malpilutta*, Genus *Pseudosphromerus*.

Penyebaran ikan betok di Indonesia meliputi pulau Sumatera, Kalimantan, Jawa, Sulawesi (Asyari, 2007). Beberapa lokasi dilaporkan ditemukan ikan betok antara lain di Sungai Rangau, Riau (Yustina, 2001), reservat perikanan Lebung Karang Ogan Ilir Sumatera Selatan (Lestari dan Muslim, 2005), rawa gambut

Kalimantan Tengah (Yusuf dan Kartika, 2007), DAS Mahakam Tengah Kalimantan Timur (Akbar, 2008), Danau Melintang Kutai Kartanegara Kalimantan Timur (Mustakim, 2008), rawa-rawa Kalimantan Selatan (Slamat, 2009), rawa-rawa banjir Sungai Kelekar di Ogan Ilir Sumatera Selatan (Fitriani *et al*, 2011), rawa lebak lebung Sumatera Selatan (Muslim, 2012).

Ikan ini juga ditemukan di Philipina (Mirsa, 1994a), India (Sahoo *et al.*, 2000), Malaysia (Jamsari *et al.*, 2010). Oleh karena penyebaran ikan ini sangat luas di Indonesia, maka penyebutan nama lokal ikan ini sangat beragam. Beberapa penyebutan nama ikan ini di beberapa daerah di Indonesia antara lain, ikan betok (Sumatera), betik (Jawa dan Sunda), papuyu (Banjarmasin), puyu (Malaysia dan Kalimantan Timur), geteh-geteh (Manado). Nama internasional ikan ini adalah *walking fish* atau *climbing perch*.

Ciri umum ikan betok: memiliki alat pernafasan tambahan pada insangnya (*Labyrinth*), dengan alat tersebut ikan betok mampu mengambil udara di permukaan air atau di atmosfer, badan pipih tegak, membulat, permukaan mulut lonjong dan kecil, sirip ekor membulat, operkulum bergigi (Kottelat *et al.*, 1993). Ikan betok hidup di perairan tergenang, khususnya rawa-rawa, anak-anak sungai, sawah-sawah, kanal-kanal, saluran parit.

Ikan betok tahan terhadap air yang agak asam/berhumus dengan tingkat pH rendah. Ikan betok termasuk salah satu jenis ikan labirin. Ikan ini bernafas dengan menghirup udara bebas di permukaan air. Labirin terdiri atas lapisan-lapisan kulit yang berlekuk-lekuk dan mengandung banyak pembuluh darah (Asyari, 2007). Dengan karakter ini, secara internasional ikan ini digolongkan kedalam kelompok ikan *air breathing fish* (ikan bernafas di udara).



Gambar 2. Morfologi ikan betok (*Anabas testudineus*)

Berdasarkan hasil penelitian Fitriani *et al* (2011), habitat ikan betok di rawa banjir Sungai Kelekar Indralaya Kabupaten Ogan Ilir, karakteristik habitat ikan betok berupa rawa-rawa banjir yang terhubung dengan Sungai Kelekar, banyak tumbuhan air baik yang mengapung maupun yang tertanam di dasar rawa, dengan kualitas air sebagai berikut: suhu air berkisar 27 - 31°C, kandungan oksigen terlarut berkisar 2.8 - 3.2 mg/L, keasaman air /pH berkisar 5.5 - 6.8. Tumbuhan air yang mendominasi habitat ikan betok eceng gondok, kangkung air, *Azolla sp*, kiambang, kumpai bambo, teratai, dan *Hidryla sp*. Kelompok plankton yang teridentifikasi dari habitat ikan betok yang menjadi lokasi penelitian terdiri dari fitoplankton dan zooplankton yang didominasi dari kelompok *Aulacanta spikosa*, *Pleurosiqma sp*, *Gleotricia echinulat*, *Spirulina sp*, *Parafella ventricosa*, *Trichorcerca longiseta*, *Plankthosperia gelatinosa*, *Eutintinus sp*, *Nodularia sp*, *Nostoc commune*, dan *A. Flagillaria crottenensis*.



Gambar 3. Habitat ikan betok (*A testudineus*) di rawa banjir Indralaya, Ogan Ilir

Berdasarkan analisis isi perut (saluran pencernaan) ikan betok yang ditangkap dari alam ditemukan potongan-potongan ikan kecil dan insekta (Vaas *et al*, 1953), serangga air, larva odonata, larva hydrophyline, alga benang dan potongan-potongan tanaman (Vaas, 1956); delapan kelompok makanan ikan betok yaitu insekta, ikan, krustasea, serasah, *Bacillariophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae*, dan organisme yang tidak teridentifikasi (Haloho, 2008). Ikan betok termasuk golongan ikan omnivora yang cenderung ke karnivora (Mustakim, 2008). Jenis parasit yang ditemukan pada ikan betok antara lain *Lerneae cyprinacea*, *Gnathostoma sp*, *Dactylogyrus*, bakteri *Edwardsiella tarda* (Sahoo, *et al.*, 2000).

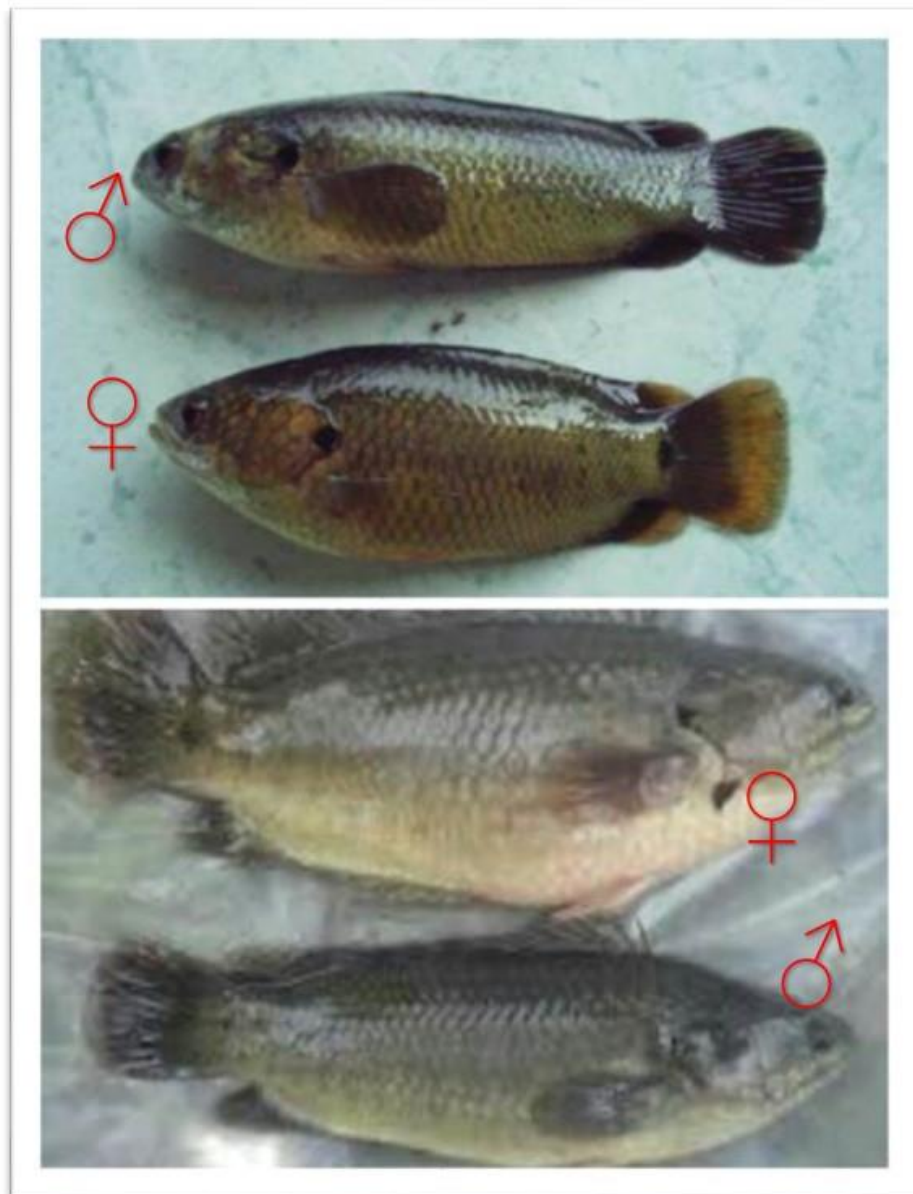
Berdasarkan hasil penelitian Yusuf dan Kartika (2007), keragaman fenotif ikan betok yang ada di tiga lokasi (rawa gambut Danau Lais, rawa gambut desa Marang dan rawa gambut Desa Henda-Kalimantan), karena adanya perbedaan lingkungan tempat ikan betok hidup. Menurut Akbar (2008), komponen utama karakter morfometrik meliputi panjang kepala di depan mata, panjang rahang atas, panjang rahang bawah, tinggi pipih, panjang dasar jari-jari lemah sirip ventral. Analisis komponen utama menunjukkan bahwa ikan betok pada tiga lokasi penelitian tidak menunjukkan pengelompokan. Hal ini menunjukkan bahwa ikan betok yang diamati adalah satu spesies (satu unit populasi). Pada perhitungan karakter meristik diperoleh rumus jari-jari sirip yaitu DXVII.8-9; AXI.9-10; VI.5; P14-15.

Hasil analisis mt-DNA D Loop ikan betok menunjukkan bahwa, analisis keseimbangan populasi *Hardy-Weinberg* berkisar 0.02-0.09, sedangkan heterozigositas tertinggi terdapat pada rawa monoton (0.3758, kemudian tadah hujan (0.2182) dan pasang surut (0.1347). Jarak genetik Nei menggambarkan bahwa genetik populasi rawa monoton dengan rawa pasang surut lebih dekat

(0.0828) dibandingkan dengan populasi rawa tadah hujan (0.1060). Dilihat dari keragaman genotifnya, populasi rawa monoton lebih tinggi dibandingkan dengan rawa tadah hujan dan pasang surut (Slamat, 2009). Keragaman genetik ikan betok sangat rendah walaupun populasinya tinggi (Jamsari *et al.*,2010).

SELEKSI CALON INDUK

Calon induk ikan betok yang dapat digunakan untuk proses pembenihan harus memenuhi syarat-syarat tertentu. Beberapa syarat calon induk: (1) ukuran induk betina yang ideal diatas 90 gram dan jantan diatas 30 gram. (2) badan terlihat segar (tidak cacat) dan gerakannya lincah. (3) mampu menghasilkan telur dalam jumlah cukup banyak. (4) umur induk lebih dari 10 bulan. (5) pertumbuhannya cepat. Ciri-ciri induk ikan betok betina adalah sebagai berikut: tubuh gemuk dan lebar ke samping, warna badan agak gelap, sirip punggung lebih pendek, bagian bawah perut agak melengkung, jika matang gonad pada bagian perut diurut akan



keluar telur, alat kelamin berwarna kemerah-merahan. Ciri induk ikan betok jantan: tubuh ramping dan panjang, warna badan agak cerah, sirip punggung lebih panjang, bagian bawah perut rata, jika perut diurut akan keluar cairan sperma berwarna putih susu.

Gambar 4. Induk ikan betok (*A. testudineus*) jantan dan induk betina

Ikan betok masih bersifat liar, belum terdomestikasi dengan sempurna. Penjinakan ikan betok adalah upaya yang dilakukan untuk menjadikan ikan betok dapat dipelihara dalam lingkungan terkontrol/media budidaya sehingga dapat dimanipulasi reproduksinya untuk kegiatan pembenihan. Dalam upaya menjinakan ikan betok yang berasal dari hasil tangkapan dari alam, perlu dilakukan persiapan media yang akan digunakan untuk memelihara ikan betok. Ikan betok termasuk ikan yang mudah untuk dijinakkan, dan media yang digunakan juga dapat menggunakan berbagai media dengan berbagai ukuran seperti akuarium, drum bekas, kolam terpal, kolam beton, dan sebagainya.



Gambar 5. Beberapa media budidaya yang dapat digunakan untuk memelihara ikan betok dalam rangka untuk menjinakkan ikan betok (*A testudineus*) hasil tangkapan dari alam dan juga pembesaran ikan betok: (1) karamba bambu (2) kolam semen/beton, (3) akuarium, (4) waring tertutup yang dipasang di rawa-rawa

Penjinakan ikan betok dalam media akuarium sudah pernah dilakukan di Laboratorium Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya dan juga di hatchery milik Unit Pembenihan Rakyat (UPR) Batanghari Sembilan Indralaya. Akuarium yang digunakan berukuran 40 cm x 40 cm x 30 cm dapat digunakan untuk menjinakan ikan betok. Akuarium yang digunakan sebanyak 16 unit. Akuarium diisi air dengan ketinggian 15-20 cm, air yang digunakan dapat berasal dari air sumur bor, sumur galian atau air ledeng dari PDAM yang sudah diendapkan terlebih dahulu.

Akuarium dengan ukuran tersebut dapat diisi 10 ekor (5 pasang) ikan betok dengan bobot 50-100 gram per ekor. Setelah akuarium diisi air, sebaiknya semua sisi akuarium dilapisi plastik hitam untuk menciptakan suasana gelap dalam akuarium. Ikan betok yang baru dimasukkan dalam akuarium akan merasa lebih tenang apabila dalam akuarium suasananya gelap. Hal ini dapat dimengerti, bahwa ikan yang berasal dari alam liar, dipindahkan dalam media yang bukan habitat aslinya, pastilah akan mengalami stress. Setelah ikan dimasukkan ke dalam akurium, selama dua hari ikan belum diberi pakan, sebab ikan masih dalam kondisi stress dan tidak mau makan. Selanjutnya, ikan mulai diberi pakan namun dalam porsi sedikit.

Pakan yang diberikan dapat berupa pelet atau pakan alami seperti cacing *Tubifex sp*, cincangan daging keong atau potongan usus ayam yang sudah dibersihkan. Dalam waktu minggu pertama pemeliharaan ikan belum begitu bagus nafsu makannya. Bahkan sampai dua bulan juga masih ada ikan yang belum begitu bagus

nafsu makannya. Selain diberi pakan alami, ikan betok juga sudah bisa dimulai diberi pakan berupa pellet buatan, namun jumlahnya sedikit saja, karena kalau tidak habis dimakan ikan pakan pellet mudah hancur dalam air dapat menyebabkan menurunnya kualitas air. Setelah satu sampai dua bulan ikan diadaptasikan dalam akuarium, ikan betok sudah mulai jinak. Cepat atau lambat proses penjinakan ikan betok bervariasi. Ikan ukuran lebih kecil lebih cepat beradaptasi dibandingkan ikan dengan ukuran lebih besar. Setelah ikan jinak, selanjutnya dapat diseleksi untuk diberi perlakuan pakan yang diberi hormon atau vitamin untuk mempercepat kematangan gonadnya.

PEMATANGAN GONAD

Proses pematangan gonad ikan dipengaruhi faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal yang berasal dari lingkungan hidup ikan. Faktor eksternal seperti iklim, cuaca, curah hujan, arus air, ketersediaan pakan di alam, substrat untuk pemijahan dan lain sebagainya. Faktor internal ikan terdiri dari umur ikan, jenis/spesies ikan, ukuran/bobot ikan, kondisi kesehatan dan sebagainya. Dalam lingkungan budidaya, selain faktor-faktor yang telah disebutkan tadi, ada faktor penting yakni faktor makanan yang diberikan pembudidaya ke ikan.

Nutrisi yang terkandung dalam pakan yang diberikan ke ikan merupakan komponen penting dalam proses pematangan gonad ikan baik ikan jantan maupun ikan betina. Proses pembentukan bakal kuning telur (*vitelogenin*) yang dikenal dengan sebutan *vitelogenesis* membutuhkan nutrien-nutrien penting seperti asam-amino penyusun protein, asam-asam lemak, dan mikronutrien lainnya seperti kalsium, magnesium dan lain sebagainya. Oleh karena itu pakan yang diberikan pada calon induk ikan betok yang akan dikembangbiakan harus pakan yang berkualitas baik dan harus diperhatikan kandungan nutrien yang diperlukan untuk proses reproduksi.

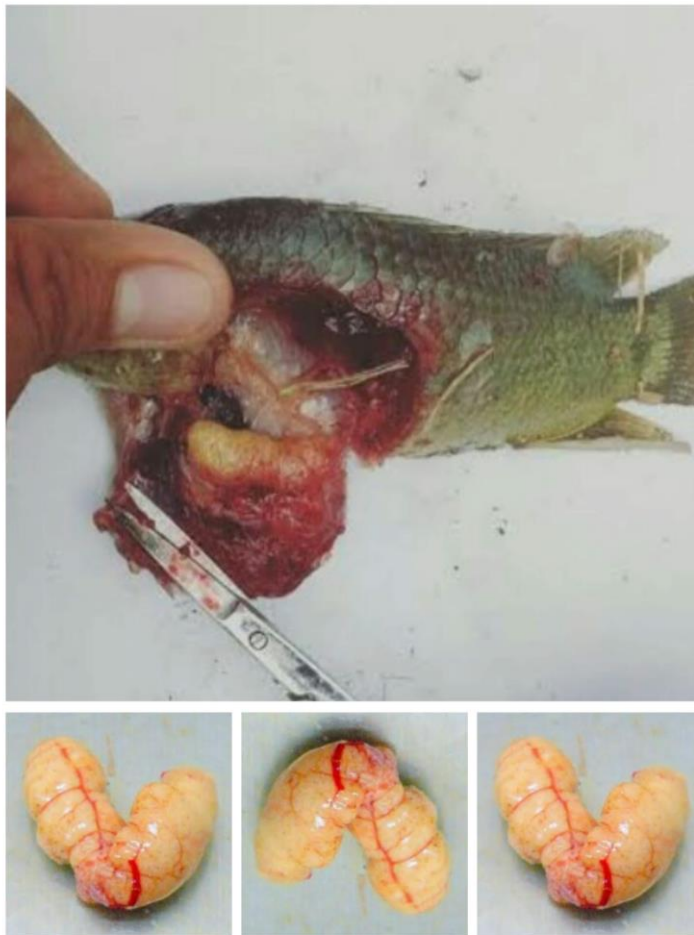
Pakan yang berkualitas akan berpengaruh terhadap jumlah telur yang akan dihasilkan serta sangat berhubungan dengan kualitas telur. Pertumbuhan dan pematangan gonad akan terjadi bila terdapat kelebihan energi yang diperoleh dari makanan untuk pemeliharaan tubuh. Pada tahap perkembangan gonad diperlukan banyak energi dan asam amino. Banyak asam amino

diperlukan untuk pematangan gonad diambil dari cadangan yang ada di otot putih dan tersedia sebagai hasil degradasi protein.

Selain dari nutrisi makanan, pematangan gonad ikan dapat juga diinduksi dengan pemberian hormon, baik hormon sintetik maupun hormon alami. Namun, hormon harganya cukup mahal, untuk memperolehnya juga tidak mudah, serta perlu penanganan khusus supaya bahan aktif yang terkandung dalam hormon dapat bekerja secara baik. Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk mempercepat kematangan gonad ikan adalah dengan pemberian vitamin E.

Menurut Darwisito *et al.* (2006), vitamin E berperan penting dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas telur ikan. Kualitas telur yang baik dapat dilihat dari tingkat daya tetas telur, abnormalitas larva, dan jumlah total larva yang dihasilkan. Penambahan vitamin E dalam pakan sampai batas tertentu akan menghasilkan tingkat daya tetas telur yang tinggi, sedangkan rendahnya tingkat daya tetas telur dapat disebabkan oleh hambatan perkembangan embrio atau gangguan pada embrio, sehingga embrio tidak berkembang dengan baik dan pada akhirnya telur tidak dapat menetas. Hubungan antara perkembangan embrio dengan vitamin E merupakan hubungan melalui mediator asam lemak tak jenuh.

Menurut Yulfiperius *et al.* (2003), vitamin E juga memberikan pengaruh terhadap bobot dan diameter telur, karena fungsi vitamin E sebagai zat antioksidan yang dapat mencegah terjadinya oksidasi lemak, terutama untuk melindungi asam lemak tidak jenuh pada fosfolipid dalam membran sel.



Gambar 6. Gonad ikan betok (*A testudineus*) betina yang sudah matang

Proses perkembangan gonad ikan betok sama seperti ikan-ikan lainnya, dimulai dari tahap-tahap perkembangan. Ikan yang belum mencapai masa reproduksi, perkembangan gonadnya masih dalam fase pertumbuhan gonad.

Dari fase pertumbuhan menuju fase perkembangan. Dari fase perkembangan menuju fase pemasakan. Ikan dikatakan siap memijah apabila sudah mencapai fase akhir dari fase pemasakan, atau dikenal dengan sebutan sudah mencapai tingkat kematangan tahap akhir (*final maturation*). Berdasarkan hasil penelitian, ciri-ciri kematangan gonad ikan betok pada berbagai fase perkembangan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kriteria tingkat kematangan gonad ikan betok (*A testudineus*)

TKG	Kriteria			
	Fase	Pengisian rongga perut	Warna telur	Diameter telur (mm)
I	Dara	0	Belum terlihat butir-butir telur, masih berupa bakal kuning telur	-
II	Dara berkembang	1/3 (33.3%)	Telur berwarna abu-abu kemerahan	0.467± 0.046
III	Perkembangan	½ (50%)	Telur berwarna putih kemerahan	0.599± 0.020
IV	Hampir masak	2/3 (66.7%)	Telur berwarna orange kemerahan	0.712± 0.007
V	Sebagian masak	Penuh (100%)	Telur berwarna putih dan sebagian telur berwarna transparan	0.802± 0.002
VI	Masak	Penuh (100%)	Telur berwarna transparan	0.868± 0.010

Pemberian vitamin E dalam pakan dapat meningkatkan kualitas telur dan mempercepat tahap pematangan gonad ikan.

Jenis vitamin E yang banyak digunakan dalam suplementasi dalam pakan ikan adalah jenis α -tocopherol. Vitamin E dapat dilarutkan dalam minyak. Minyak yang digunakan untuk melarutkan vitamin E dapat dari jenis minyak nabati seperti minyak zaitun.

Berdasarkan hasil penelitian Etika *et al*, (2013), pemberian vitamin E dengan dosis 150-250 mg/kg pakan dapat meningkatkan persentase ikan betok yang mencapai tingkat kematangan gonad akhir. Pada penelitian ini, ikan betok betina berukuran 12.23 sampai 14.17 gram per ekor, masih dalam kondisi tahap perkembangan gonad dara berkembang (TKG II), diberi pakan pellet buatan (protein 30%, lemak 4%, serat kasar 4%, abu 14%, kadar air 11%) diperkaya vitamin E (α -tocopherol) dengan dosis berbeda.

Setelah empat puluh (40) hari diberi pakan bervitamin E dan dilakukan sampling untuk mengecek tingkat perkembangan gonadnya, hasilnya ikan sudah mencapai tingkat masak walaupun baru sebagian (TKG V), belum ada yang nencapai tahap masak (TKG VI). Sampling pada hari keenampuluh (60), ikan sudah mencapai tingkat kematangan gonad akhir (TKG VI), data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Pengaruh pemberian vitamin E dalam pakan dengan dosis berbeda terhadap kematangan gonad ikan betok (*A testudineus*)

Pengkayaan vitamin E dalam pakan	Persentase ikan yang mencapai tingkat kematangan sebagian masak (V) dan masak (VI)	
	Sampling hari ke-40	Sampling hari ke-60
150 (mg/kg pakan)	V (78%)	V (22%), VI (78%)
200 (mg/kg pakan)	V (33%)	V (44%), VI (56%)
250 (mg/kg pakan)	V (22%)	V (56%), VI (44%)

PEMIJAHAN

Pemijahan adalah proses ikan mengeluarkan produk seksualnya. Ikan dikatakan sudah mijah apabila sudah mengeluarkan produk seksualnya. Ikan jantan mengeluarkan sperma sedangkan ikan betina mengeluarkan telur. Keberhasilan pemijahan ikan dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal.

Faktor internal meliputi tingkat kematangan gonad, kesehatan ikan dan sekresi hormon. Ikan yang belum mencapai kematangan gonad tingkat akhir tidak dapat melakukan pemijahan.

Sedangkan faktor eksternal meliputi faktor lingkungan (faktor biologi, fisika, dan kimia). Kandungan nutrisi pakan yang dimakan ikan, zat kimia terutama hormon dan lain-lain yang dimediasikan melalui organ-organ sensori dari visual ikan yang diterima organ eksternal kemudian dikirim informasi ke sistem saraf pusat di otak. Sinyal lingkungan diterima sistem saraf di hypothalamus, selanjutnya hypothalamus memerintahkan hipofisa untuk mensekresikan hormon gonadotropin (GtH).

Hormon GtH yang disekresikan hipofisa disalurkan ke gonad melalui sistem peredaran darah, untuk memerintahkan gonad bekerja menghasilkan hormon reproduksi. Salah satu faktor yang dominan mempengaruhi pemijahan ialah faktor lingkungan (salah satu aspeknya adalah faktor fisik air). Faktor fisik air yang menunjang pemijahan yaitu cahaya, suhu, substrat, arus, warna dan ketinggian air.

Ikan betok termasuk salah satu jenis ikan yang masih bersifat liar. Ikan liar, biasanya belum bisa memijah secara alami dalam lingkungan budidaya, seperti akuarium dan kolam. Oleh karena itu, untuk memijahkan ikan betok perlu dilakukan rangsangan supaya ikan dapat memijah.

Pemijahan ikan betok dapat dilakukan secara semi-alami yakni ikan disuntik dengan bahan perangsang, namun tidak dilakukan *stripping*/pengurutan untuk mengeluarkan sperma dan telur ikan. Ikan mengeluarkan produk seksualnya (sperma dan telur) secara alami. Bahan yang dapat digunakan untuk merangsang pemijahan ikan, antara lain hormon alami seperti ekstrak hipofisa, dan hormon sintetik yang sudah diperjualbelikan secara komersil. Salah satu hormon yang digunakan untuk merangsang pemijahan ikan adalah hormon salmon *Gonadotropin Releasing Hormone analogue* (sGnRHa) dikombinasi zat anti dopamine (*domperidone*), yang terkandung dalam kemasan dengan merek dagang Ovaprim. Dosis ovaprim sesuai dengan petunjuk dalam kemasan pabrik adalah 0.5 ml/kg ikan.

Untuk ikan berukuran kecil seperti ikan betok perlu dihitung berdasarkan bobot ikan yang akan disuntik. Dalam melakukan penyuntikan ikan betok menggunakan bahan-bahan dan peralatan yang menunjang untuk dilakukan proses pemijahan.



Gambar 7. Penyuntikan hormon salmon *gonadotropin releasing hormone* analogue (sGnRHa) dan *domperidone* yang terkandung dalam @ovaprim untuk merangsang pemijahan ikan betok (*A testudineus*)

Ikan betok yang akan dilakukan pemijahan dengan *induced breeding* / pemijahan yang dilakukan dengan rangsangan menggunakan hormon sGnRHa dan *domperidone* (®ovaprim). Setelah ikan disuntik, ikan dimasukkan dalam akuarium. Penyuntikan ikan betok dilakukan secara *intramuscular* pada otot punggung induk ikan betok dengan kemiringan jarum suntik 45°. Induk ikan betok betina disuntik sebanyak dua kali penyuntikan dan induk jantan satu kali penyuntikan. Interval waktu penyuntikan pertama ke penyuntikan kedua adalah enam jam.

Penyuntikan induk jantan bersamaan pada saat penyuntikan kedua induk betina. Proses terjadinya ovulasi tanpa dilakukan *stripping* (pemijahan secara semi-alami). Berdasarkan hasil

penelitian Burmansyah *et al*, (2013), pemijahan ikan betok dilakukan dengan perbandingan jantan dan betina (sex ratio), yang terbaik 1:1 (satu jantan dipasangkan dengan satu betina). Setelah penyuntikan kedua induk ikan betok betina, proses pengeluaran produk seksual ikan baik ikan jantan maupun betina secara bersamaan, terjadi sekitar lima jam setelah penyuntikan kedua. Performa hasil pemijahan ikan betok secara semi-alami dengan perlakuan dengan sex rasio berbeda dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Performa pemijahan ikan betok (*A testudineus*) semi-alami dengan sex rasio berbeda

Parameter Pengamatan	Sex rasio (jantan:betina)			
	1:1	2:1	3:1	4:1
Waktu laten pemijahan (jam.menit)	2 jam, 17 menit	2 jam, 18 menit	2 jam, 26 menit	2 jam, 23 menit
Jumlah telur yang dikeluarkan (butir)	18.200	18.400	18.167	18.533
Persen telur yang terbuahi (%)	100	100	100	100
Persen telur yang menetas (%)	91.57	89.68	90.09	89.38

Penggunaan hormon sintetis komersil memberikan hasil yang lebih baik. Namun hormon komersil harganya lebih mahal dan untuk mendapatkannya tidak mudah, karena produk komersil tersebut merupakan barang import. Penggunaan bahan alami yang mengandung hormon gonadotropin dapat menjadi alternatif. Bahan alami tersebut berupa kelenjar hipofisa ikan. Kelenjar hipofisa ikan yang paling umum digunakan untuk merangsang pemijahan ikan adalah kelenjar hipofisa ikan mas (*Cyprinus carpio*), oleh karena ikan mas merupakan ikan donor universal, bahan aktif (*hormon*) yang terkandung dalam hipofisa ikan mas sesuai dengan semua ikan.

Namun, tidak semua daerah mudah mendapatkan ikan mas. Selain ikan mas, hipofisa ikan sejenis juga dapat digunakan seperti hipofisa ikan betok. Namun kelemahannya dalam menggunakan hipofisa ikan betok, ukurannya sangat kecil, kesulitan dalam pengambilan hipofisanya. Salah satu bahan alternative yang dapat digunakan untuk merangsang pemijahan ikan betok adalah kelenjar hipofisa ayam broiler. Hipofisa ayam mengandung *hormon gonadotropine* yang fungsinya serupa dengan gonadotropin pada ikan dan mamalia. Struktur kimia hormon *gonadotropin realeasing hormon* terdiri dari 10 asam amino dan susunan struktur asam amino gonadotropin pada ayam hampir sama pada ikan salmon, ikan *catfish* dan ikan *seabream*. Berikut susunan asam amino penyusun hormon gonadotropin mamalia, ayam dan ikan:

1. **Mamalia:** Pyro - Glu - His - Trp - Ser - Tyr - Gly - Leu - Arg - Pro - Gly - NHCH₂CH₃
2. **Ayam:** Pyro - Glu - His - Trp - Ser - **His** - Gly - **Trp** - **Tyr** - Pro - Gly - NHCH₂CH₃
3. **Salmo:** Pyro - Glu - His - Trp - Ser - Tyr - Gly - **Trp** - **Leu** - Pro - Gly - NHCH₂CH₃
4. **Catfish:** Pyro - Glu - His - Trp - Ser - **His** - Gly - **Leu** - **Asn** - Pro - Gly - NHCH₂CH₃
5. **Seabream:** Pyro - Glu - His - Trp - Ser - Tyr - Gly - Leu - **Ser** - Pro - Gly - NHCH₂CH₃



Gambar 8. Media pemijahan ikan betok (*A testudineus*) berupa akuarium

Penelitian induksi pemijahan ikan betok dengan menggunakan ekstrak kelenjar hipofisa ayam broiler sudah dilakukan Adiba *et al*, (2016). Dosis hipofisa ayam yang digunakan bervariasi dari 400 sampai 600 mg/kg bobot induk ikan betok. Bobot induk ikan betok yang digunakan 28.5 sampai 31.8 gram per ekor. Kelenjar hipofisa ayam diekstraksi, kemudian disentrifius dengan kecepatan 600 rpm selama 2 menit. Hasil ekstraksi berupa supernatan bagian atas berwarna bening diambil menggunakan spuit suntik, selanjutnya disuntikan ke ikan. Hasil pemijahan ikan betok yang diinduksi ekstrak hipofisa ayam disajikan pada Tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Performa pemijahan ikan betok (*A testudineus*) yang diinduksi ekstrak hipofisa ayam broiler

Parameter Pengamatan	Perlakuan dosis ekstrak hipofisa ayam broiler (mg/kg BB induk)		
	400	500	600
Waktu laten pemijahan (jam.menit)	8 jam, 1 menit	8 jam, 0 menit	8 jam, 35 menit
Jumlah telur yang dikeluarkan (butir)	5.615	6.037	4.985
Persen telur yang terbuahi (%)	96.67	97.82	95.40
Persen telur yang menetas (%)	95.14	95.85	92.10
Persen SR Larva (D0-D3) (%)	94.17	95.06	96.47
Kualitas air media pemijahan:			
Oksigen terlarut (mg/L)	3.13-5.87	4.09-5.87	3.59-5.32
Suhu air (°C)	28-30	28-30	5.73-6.43
Keasaman air/pH	5.34-6.56	5.98-6.98	5.73-6.43
Amoniak (mg/L)	0.009-0.013	0.009-0.014	0.009-0.018

Perangsangan pemijahan ikan selain diinduksi hormon, juga dapat diinduksi melalui manipulasi lingkungan. Salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pemijahan ikan adalah faktor ketinggian air. Fenomena ketinggian air berpengaruh terhadap pemijahan ikan, dapat dilihat pada lingkungan asli tempat hidup ikan betok di rawa-rawa banjir. Rawa-rawa

banjiran merupakan habitat ikan betok melakukan pemijahan. Pada saat musim kemarau. Rawa-rawa banjir akan kering, ikan-ikan akan berkumpul di badan sungai yang airnya lebih dalam, namun ikan tidak melakukan pemijahan selama musim kemarau.

Setelah tiba musim penghujan, air sungai meluap, membanjiri rawa-rawa di sekitar sungai (itulah kenapa disebut rawa banjir), karena rawa banjir menerima luapan air sungai. Saat rawa-rawa banjir, ikan-ikan termasuk ikan betok bermigrasi dari sungai menuju rawa-rawa. Di rawa-rawa banjir terkandung nutrisi yang tinggi, karena banyak mengandung bahan organik hasil dekomposisi/penguraian, tumbuhan rawa, dedaunan tumbuhan rawa yang membusuk dan terurai. Karena kandungan bahan organik tinggi, mikroorganisme dapat berkembang dengan baik, termasuk jenis fitoplankton dan zooplankton. Plankton merupakan makanan utama larva-larva ikan. Dengan tingginya kepadatan plankton, maka ketersediaan pakan alami ikan banyak. Faktor lingkungan lain seperti substrat ikan untuk meletakkan telur-telurnya di rawa-rawa banjir juga banyak. Bau tanah rawa yang tadinya kering, begitu musim hujan tiba, menimbulkan bau khas “feromon” yang juga dapat merangsang proses perkembangan dan pemijahan ikan.

Pemijahan ikan betok dengan mengikuti fenomena seperti di alam, dapat dilakukan dalam media budidaya dengan manipulasi ketinggian air dalam media. Pemijahan ikan betok bisa dilakukan di media kolam terpal. Karena ikan ini berukuran kecil, kolam terpal yang digunakan untuk pemijahan ikan betok juga bisa dibuat ukuran kecil, dengan panjang satu meter, lebar satu meter dan ketinggian satu meter. Percobaan pemijahan ikan betok dalam kolam terpal dengan ketinggian air berbeda sudah pernah dilakukan Muslim *et al.* (2019). Ketinggian air dalam kolam terpal yang diujicobakan adalah 16, 28, dan 40 cm. Hasil pengamatan percobaan ini tertera pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Performa hasil pemijahan ikan betok (*A testudineus*) dalam kolam terpal dengan ketinggian air berbeda

Parameter Pengamatan	Perlakuan ketinggian air (cm)		
	16	28	40
Waktu laten pemijahan (menit)	34.808	41.976	16.077
Jumlah telur yang dikeluarkan (butir)	3.463	6.883	4.347
Persen telur yang terbuahi (%)	96.51	97.28	98.37
Persen telur yang menetas (%)	94.59	96.11	97.14
Persen SR Larva (D0-D3) (%)	92.73	92.73	88.82

PERKEMBANGAN EMBRIO

Perkembangan embrio merupakan bagian awal siklus hidup yang berhubungan dengan aspek-aspek evolusi, hereditas, mekanisme perkembangan dan pengaruh lingkungan terhadap bentuk dan struktur organisme termasuk ikan. Periode perkembangan embrio ikan terbagi menjadi tiga fase, yakni pertama fase pembelahan sel telur menjadi *zygote* (*cleavage stage*), kedua fase embrio (*embryo stage*) dan ketiga fase embrio bebas (*eleuthero embryo stage*). Pada fase pembelahan sel yaitu jarak antara pembelahan sel pertama sampai munculnya ciri-ciri tertentu yang dapat dikenal antara lain sistem-sistem organ, terutama serat-serat neural (sistem saraf).

Fase embrio merupakan jarak antara dimana embrio dikenal sebagai vertebrata atau bukan, ketiga sistem organ utama mulai muncul sampai terjadinya penetasan. Pada fase ini embrio masih berbentuk melengkung. Terjadinya penetasan bervariasi baik antar spesies maupun antar individu didalam satu spesies. Fase embrio bebas yaitu fase setelah embrio terlepas dari selaput/cangkang telur. Pada fase ini embrio tidak melengkung lagi bentuknya tetapi lebih mirip ikan, masih menggunakan kuning telur sebagai sumber makanannya (atau dari plasenta bagi ikan *vivipar* dan *ovovivipar*). Biasanya masih tetap tinggal di lingkungan yang sama seperti pada fase sebelumnya. Kisaran fase embrio bebas bervariasi, dapat sangat lama seperti fase embrio ikan salmon di tempat pemijahan, dapat pula sangat cepat.

Proses embriogenesis akan berlangsung pada saat inkubasi suhu dimulai dari stadia pembelahan sel telur (*cleavage*), morula, blastula, gastrula, dan dilanjutkan dengan organogenesis yang selanjutnya menetas. Stadia *cleavage* merupakan proses pembelahan zigot secara cepat tanpa pertumbuhan yang menjadi unit-unit sel kecil yang disebut *blastomer*. Pada stadia ini terjadi pembelahan *holoblastic* atau pembelahan keseluruhan sel telur yang terjadi pada spesies yang memiliki kuning telur dalam jumlah kecil ataupun sedang.

Pembelahan mengikuti pola yang spesifik relatif terhadap kutub animal dan kutub vegetal zigot tersebut. Telur yang telah terbuahi oleh spermatozoa akan segera terjadi proses pembelahan yang dimulai dari dua sel hingga morula. Tipe pembelahan ini adalah tipe pembelahan *meroblastic-discaudal* yang merupakan tipe pembelahan yang tidak melibatkan kuning telur untuk melakukan pembelahan.

Pembelahan terjadi sekitar 10 menit setelah telur terbuahi. Protoplasma bergerak menuju kutub animal dan mulai terjadi pembentukan blastodisk. Setelah 30-45 menit kemudian terbentuk tonjolan seperti mangkuk pada kutub animal. Selanjutnya mulai terjadi pembelahan dua sel, yang merupakan pembelahan pertama dan terjadi sekitar 1 jam setelah pembuahan.

Pada pembelahan ini sel blastomer embrio terbagi atas dua sel yang sama. Pembelahan selanjutnya adalah pembelahan empat sel, yang berlangsung setelah 1 jam 45 menit setelah pembuahan. Pada pembelahan ini blastomer berubah seperti plat dan kemudian membelah secara bilateral yang merupakan lanjutan dari pembelahan dua sel. Stadia pembelahan delapan sel terjadi setelah 2 jam 30 menit setelah pembuahan dan merupakan pembelahan sel ketiga. Empat sel blastomer berubah menjadi 8 sel blastomer dalam dua deretan (bagian) dan tiap

bagian terdiri atas empat sel. Stadia pembelahan enam belas sel terjadi setelah 2 jam 45 menit setelah pembuahan. pada pembelahan ini sitoplasma membelah secara berganda dan hasil pembelahannya berupa enam belas sel blastomer.

Setelah pembelahan enam belas sel maka dilanjutkan dengan stadia morula, yaitu dimulai dengan stadia morula awal. Stadia ini terjadi 4 jam 30 menit setelah pembuahan, yang menyebabkan blastodisk terbagi kedalam sejumlah besar sel. Blastomer-blastomer meningkat dalam jumlah besar dan semakin mengecil dan terbentuk tonjolan pada kutub animal.

Kemudian dilanjutkan dengan stadia morula akhir, yaitu 6 jam setelah pembuahan. Sel-sel morula terbagi pada bagian tonjolan yang mengandung banyak lekukan kuning telur. Lapisan protoplasma terkonsentrasi antara kuning telur dan massa sel (*Perioblast*).

Stadia blastula merupakan proses yang menghasilkan blastula. suatu campuran sel-sel blastoderm yang membentuk rongga penuh cairan sebagai blastokoel. Pada akhir stadia blastula, sel-sel blastoderm akan terdiri atas neural, epidermal, notokhordal, mesodermal dan endodermal yang merupakan bakal pembentuk organ-organ.

Stadia blastula terjadi setelah 8 jam pembuahan dengan ciri terbentuknya lapisan yang jelas dan membentuk suatu rongga (*blastocoels*). Blastula merupakan proses perkembangan morula menjadi blastula, pada stadia ini sel blastomer pada morula membelah beberapa kali sehingga menjadi semakin kecil dan menjelang berakhirnya pembelahan sebagian blastomer yang ada dibawah morula rontok, sehingga tempat yang semula padat dengan blastomer berubah menjadi rongga kosong yang disebut blastosul atau *blastocoels*.

Gastrula merupakan kelanjutan dari stadia blastula, dimana lapisannya berkembang dari satu menjadi dua lapis sel. Stadia gastrula merupakan proses yang mengatur kembali blastula atau pembelahan sebuah embrio berlapis tiga dengan perut primitif dan disebut pembelahan bakal organ yang sudah terbentuk pada saat blastula. Memiliki rongga pencernaan rudimenter (*arkenteron*) dan tiga lapisan *germinal embryonic* yaitu *ektoderm*, *endoderm*, dan *mesoderm*.

Bagian-bagian yang terbentuk nantinya akan menjadi suatu organ atau suatu bagian dari organ. Stadia gastrula terjadi 3 jam setelah *blastocoels* terbentuk, dimana sel-sel pada bagian marginal yang paling tebal mulai terbentuk lekukan (*invaginate*) pada sitoplasma atau kuning telur dan merupakan awal dari stadia gastrula. Stadia gastrula terdiri dari *ektoderm* dari kutub animal, *endoderm* dari kutub vegetal dan *mesoderm* dari daerah marginal yang merupakan lapisan kecambah (*germ-ring*).

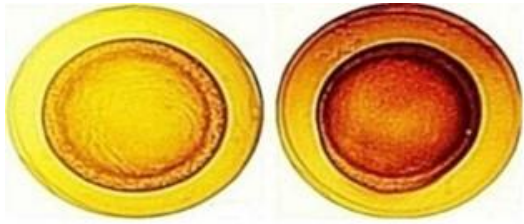
Organogenesis merupakan proses terbentuknya berbagai organ tubuh yang terjadi secara berturut-turut meliputi susunan saraf, *notokhord*, mata, somit, rongga *kupffer*, *olfaktori sac*, ginjal, usus, *sub-notokhord rod*, *linea literalis*, jantung, *aorta*, insang, *infundibulum* dan sirip dada berasal dari *mesoderm*. Usus, rongga *kuffer* dan *subnotokhord rod* berasal dari *endoderm*. Insang, *linea literalis*, dan lipatan-lipatan sirip berasal dari *ektoderm*.

Stadia organogenesis terjadi 13 jam 30 menit setelah pembuahan dimana terbentuk lima dasar pembentukan organ yang berhubungan dengan *notocord axial* yaitu organ-organ epidermal, neural, endodermal dan mesodermal. Bumbung neural terbentuk setelah tenggelamnya lekukan neural seperti otak, ganglion dan mata. Organ yang berasal dari *endodermal* adalah bagian dalam seperti organ pencernaan. *Mesodermal* membentuk organ ginjal dan gonad. Setelah 21 jam pembuahan terbentuklah bintik mata (*optic vesicle*). Sedangkan

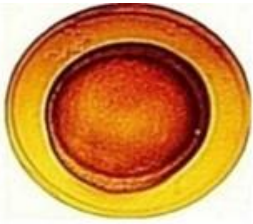
pembentukan pigmen mata dan sirip terjadi setelah 38-70 jam pembuahan.

Saat terjadi penetasan, kekerasan *chorion* menurun yang disebabkan oleh substansi enzim *chorionase* yang bersifat mereduksi *chorion* yang terdiri dari *pseudokarotin* menjadi lemak yang sifatnya lebih lemah. Selain disebabkan oleh pelembutan *chorion* oleh enzim *chorionase*, penetasan juga disebabkan oleh gerakan-gerakan akibat peningkatan suhu, intensitas cahaya atau penyerapan tekanan oksigen.

Penetasan telur terjadi jika embrio telah menjadi lebih panjang daripada lingkaran kuning telur dan telah terbentuk perut. Selain itu, penetasan juga disebabkan oleh gerakan larva akibat peningkatan temperatur, intensitas cahaya dan pengurangan tekanan oksigen. Setelah telur menetas, embrio memasuki fase larva atau fase embrio yang masih primitif dalam proses perubahan menjadi bentuk definitif secara metamorfosis.



1



2



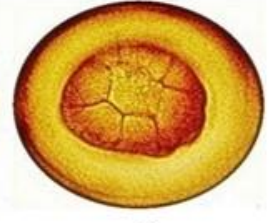
3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



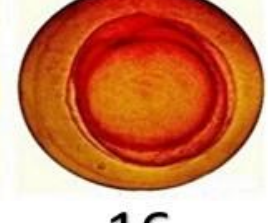
13



14



15



16



17



18



19



20



21



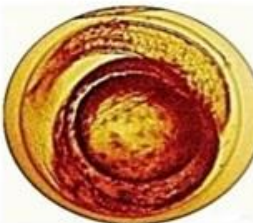
22



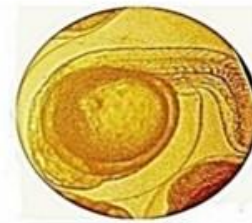
23



24



25



26

Gambar 9. Perkembangan embrio ikan betok (*A testudineus*): (1) telur baru terbuahi, (2) tahap pembentukan blastodisk (1 sel), (3) tahap pembelahan sel telur dari satu sel menjadi dua sel, (4) tahap pembelahan sel dari dua sel menjadi empat sel, (5) pembelahan dari empat sel menjadi delapan sel, (6) pembelahan dari delapan sel menjadi enambelas sel, (7) pembelahan dari enambelas sel menjadi tigapuluh dua sel, (8) pembelahan dari tigapuluh dua sel menjadi enampuluh empat sel, (9) pembelahan dari enampuluh empat sel menjadi seratus duapuluh delapan sel, (10) tahap morula awal, (11) tahap morula akhir, (12) tahap blastula awal, (13) fase blastula pertengahan, (14) tahap blastula akhir, (15) tahap gastrula awal, (16) tahap gastrula pertengahan, (17) tahap gastrula akhir, (18) tahap neurula awal, (19) tahap neurula akhir, (20) tahap pembentukan somit (4 somit), (21) enam somit, (22) sembilan somit, (23) duabelas somit, (24) enambelas somit, (25) delapanbelas sampai sembilanbelas somit, (26) embrio yang siap menetas

PENETASAN TELUR

Penetasan terjadi karena adanya kerja mekanik dan kerja enzimatik. Kerja mekanik yaitu penetasan yang terjadi karena embrio yang sering mengubah posisi disebabkan kekurangan ruang dalam cangkangnya. Sedangkan penetasan dengan kerja enzimatik yaitu disebabkan adanya enzim yang dikeluarkan oleh kelenjar endodermal di daerah *pharynx* embrio. Enzim ini disebut *chorionase* (Korwin. 2012).

Aktifitas embrio dan pembentukan *chorionase* dipengaruhi oleh faktor dalam dan faktor luar. Faktor dari dalam antara lain hormon dan volume kuning telur sedangkan faktor dari luar yaitu suhu, oksigen terlarut, intensitas cahaya, salinitas, dan pH. Faktor kualitas air terutama suhu merupakan faktor yang sangat penting dalam kehidupan organisme. Perubahan suhu memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap proses fisiologis dan biologis. Menurut Houlihan *et al.* (1993), perubahan suhu lingkungan sebesar 10°C secara akut menyebabkan perubahan signifikan terhadap laju proses fisiologi.

Penelitian Busroni (2008), menginkubasi telur ikan kerapu sunu (*Plectropomus sp*), pada suhu inkubasi berbeda. Hasilnya menunjukkan bahwa pada suhu penetasan 28°C menghasilkan persentase penetasan yang tertinggi, yaitu sebesar 83% dan persentase kelangsungan hidup larva yang dihasilkan tertinggi sebesar 73.08%. Penelitian Agustina (2007), menetas telur ikan patin jambal (*Pangasius djambal*), pada suhu 29-33°C, daya tetas telur sebesar 68.52% menghasilkan persentase kelangsungan hidup larva sebesar 76.58%. Penelitian Masrizal *et*

al. (2001), inkubasi telur ikan patin (*Pangasius pangasius*) pada suhu 32°C diperoleh persentase daya tetas telur tertinggi yaitu 90.18%. Hasil penelitian Ariffansyah (2007), suhu inkubasi 29- 31°C menghasilkan persentase penetasan telur ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) sebesar 90.90%. Menurut Yamagami (1988), peningkatan suhu air dapat menstimulasi sekresi enzim penetasan (*chorionase*), sekali enzim disekresikan maka penyerapan *chorion* menjadi lebih cepat pada suhu yang tinggi dibandingkan temperatur yang rendah, sehingga penetasan lebih cepat. Penelitian pengaruh suhu inkubasi terhadap penetasan telur ikan betok (*A testudineus*) sudah dilakukan oleh Putri et al, (2013), performa hasil penetasan telur ikan betok disajikan pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Performa penetasan telur ikan betok (*A testudineus*) yang diinkubasi pada suhu media berbeda

Parameter Pengamatan	Perlakuan suhu (°C) air media inkubasi telur			
	31±0.3	32±0.3	33±0.3	34±0.3
Rerata daya tetas telur (%)	97	97.33	97.33	98.66
Rerata lama waktu menetas (jam, menit)	17 jam, 52 menit	17 jam, 8 menit	16 jam, 52 menit	16 jam, 1 menit
Kualitas air:				
Suhu (°C)	31-31.3	32-32.3	33-33.3	34-34.3
Oksigen terlarut/DO (mg/L)	3.32-3.68	3.31-3.78	3.36-3.47	3.46-3.84
Keasaman air/pH (unit)	6.8-7.2	6.8-7.6	6.7-7.4	6.9-7.1

Tingkat keasaman air (pH) mempengaruhi kerja enzim *chorionase* dengan mereduksi *chorion* hingga menjadi lembek. Enzim *chorionase* akan bekerja secara optimum pada pH 7.1-9.6 (Korwin, 2012). Berdasarkan hasil penelitian Gao et al, (2011), persentase telur menetas ikan *Silurus asotus* pada pH 10 yaitu 24% dengan lama waktu penetasan telur (awal penetasan 27 jam lalu menetas seluruhnya setelah 31 jam), persentase telur menetas

ikan *Silurus asotus* pada pH 7 yaitu 52% dengan lama waktu penetasan telur (awal penetasan 46 jam dan menetas seluruh pada waktu 55 jam).

Berdasarkan hasil penelitian Nchedo dan Chijioke (2012), persentase telur menetas ikan lele (*Clarias gariepinus*) tertinggi pada pH 8 sebesar 69.84% dengan lama waktu penetasan telur ikan lele (*C gariepinus*) paling cepat pada pH 6.5-8.5 selama 17 jam. Berdasarkan hasil penelitian Saleh *et al.*, (2013), nilai pH 6.5-8.5 yang terbaik untuk penetasan telur ikan mas (*Cyprinus carpio*). Dari hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa nilai pH untuk penetasan telur pada setiap spesies ikan berbeda-beda. Penelitian pengaruh pH air media inkubasi terhadap performa penetasan telur ikan betok (*A testudineus*) telah dilakukan oleh Violita *et al.*, (2019), hasil penelitiannya disajikan pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Performa penetasan telur ikan betok (*A testudineus*) yang diinkubasi pada pH media berbeda

Parameter Pengamatan	Perlakuan pH air media inkubasi telur				
	5±0.2	6±0.2	7±0.2	8±0.2	9±0.2
Rerata daya tetas telur (%)	41	65	86	91	89
Rerata lama waktu menetas (jam, menit)	16 jam, 21 menit	15 jam, 44 menit	14 jam, 10 menit	13 jam, 49 menit	13 jam, 57 menit
Kualitas air:					
Suhu (°C)	29±0.5	29±0.5	29±0.5	29±0.5	29±0.5
Oksigen terlarut/DO (mg/L)	6.35-6.55	6.23-6.40	6.54-6.70	6.53-6.71	6.35-6.59
Amonia (mg/L)	0.01-0.06	0.01-0.07	0.00-0.06	0.05-0.09	0.00-0.05
Alkalinitas (mg/L) CaCO ₃	30-34	36-40	50-60	70-78	84-102

Menurut Nadirah *et al.* (2014), perlu adanya pendekatan konsentrasi ion antara telur dan lingkungan agar energi yang digunakan untuk proses osmoregulasi dapat dimaksimalkan untuk pertumbuhan embrio dan akan dapat mempertahankan kelangsungan hidup telur.

Menurut Korwin (2012), pada pH 7.1-9.6 kerja enzim *chorionase* yang dikeluarkan oleh kelenjar *endodermal* di daerah *pharynx* embrio akan optimum mereduksi *chorion* yang terdiri dari *pseudokeratine* hingga menjadi lembek. Pada saat akan terjadi penetasan gerakan embrio akan semakin aktif bergerak. Bersamaan dengan gerakan tersebut akan diikuti oleh gerakan tubuh melingkar yang semakin cepat sehingga proses pemecahan cangkang telur semakin cepat dan waktu yang dibutuhkan untuk penetasan akan semakin singkat.

PERAWATAN LARVA-BENIH

Larva yang baru menetas tidak perlu diberi makanan tambahan sebab masih mempunyai cadangan makanan dari kantong kuning telur (*yolk egg*). Setelah larva berumur 4 hari diberi makanan tambahan berupa suspensi kuning telur ayam rebus. Frekuensi pemberian pakan 3 kali sehari (pagi, siang dan sore) selama 10 hari. Setelah itu bisa diberikan makanan pellet yang dihaluskan. Masa kritis larva terjadi pada saat hari ke-7 sampai hari ke-14. Pendederan larva dilakukan di kolam semi permanen, dimana kolam tersebut terlebih dahulu dilakukan pengolahan lahan dengan diberi pupuk organik berupa kotoran hewan dan kapur dolomit untuk meningkatkan kesuburan kolam.

Pemeliharaan ini selama 45 hari dengan padat tebar 50 ekor/m. Selama masa pemeliharaan 45 hari larva ikan diberi pakan tambahan berupa pellet yang dihancurkan sebanyak 10 - 20% per hari dengan frekuensi pemberian 2 kali/hari. Umur 45 hari sudah mencapai benih ukuran 1 - 3 cm, dan benih bisa dipanen untuk di tebar ke kolam pendederan berikutnya.

Pemberian pakan larva ikan betok pada awal pada umumnya berupa *Artemia sp.* Namun tidak selamanya pemberian *Artemia sp* bisa dilakukan. Pada usia beberapa hari sudah mulai diganti jenis pakan yang diberikan ke larva ikan betok. Pergantian jenis pakan jika tidak tepat dapat menyebabkan larva mati karena jenis pakan yang diberikan belum sesuai dengan kondisi bukaan mulut dan fisiologi pencernaan larva. Penelitian mengenai pola pergantian jenis pakan larva ikan betok telah dilakukan Sari *et al* (2015). Pakan yang diberikan adalah *Artemia sp*, *Moina sp* dan pellet larva. Pola

pergantian jenis pakan tersebut menjadi perlakuan penelitian yang terdiri dari tiga perlakuan. Perlakuan A, pemberian *Artemia sp* pada larva berumur 3 – 15 hari, *Moina sp.*(umur 14 – 24 hari), dan pakan buatan/pellet (umur 21– 33 hari). Perlakuan B, pemberian *Artemia sp* (umur 3 – 11 hari), *Moina sp* (umur 10 – 20 hari), dan pellet (umur 17– 33 hari). Perlakuan C, pemberian *Artemia sp.* (umur 3 – 7 hari), *Moina sp* (umur 6 – 18 hari), dan pellet (umur 15 – 33 hari). Berdasarkan hasil penelitian tersebut, pola pergantian pakan pada perlakuan A, memberikan hasil terbaik.

Penelitian Anggara *et al*, (2013), memelihara larva ikan betok (*A testudineus*) berumur tiga (3) hari setelah penetasan, yang diberi pakan berupa pellet halus khusus pakan larva. Komposisi kandungan nutrisi pellet: protein 39%, lemak 5%, serat kasar 4%, abu 11% dan kadar air 11%. Frekuensi pemberian pakan tiga kali per hari, dengan jumlah pakan berbeda sesuai perlakuan (10, 15, 20, dan 25% per bobot biomasa). Padat tebar larva ikan betok yang dipelihara sebanyak 50 ekor larva per liter.

Hasil penelitian tersebut menunjukkan perlakuan pemberian pakan 15% BB/hari menghasilkan pertambahan berat dan panjang larva ikan betok terbaik. Selengkapnya hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Pemeliharaan larva ikan betok (*A testudineus*) dengan pemberian pakan pellet dengan *feeding rate* berbeda

Parameter Pengamatan	Pemberian pakan dengan <i>feeding rate</i> berbeda (% BB/hari)			
	10	15	20	25
Rerata SR (%)	46	47.33	44.67	40
Rerata pertambahan berat (g)	0.2	0.75	0.24	0.17
Rerata pertambahan panjang (mm)	9.33	17.33	15.67	4.00

Kelangsungan hidup larva ikan betok, selain dipengaruhi faktor makanan, juga dipengaruhi faktor lingkungan. Beberapa parameter yang mempengaruhi kelangsungan hidup larva antara lain suhu, cahaya, oksigen terlarut, keasaman air, dan sebagainya. Cahaya baik lama pencahayaan maupun intensitas panjang gelombang cahaya, serta spectrum warna cahaya berpengaruh terhadap fisiologi dan tingkah laku larva.

Jika fisiologi larva terganggu dapat menyebabkan kematian larva. Penelitian mengenai pengaruh lama waktu pencahayaan (fotoperiod), dalam pemeliharaan larva ikan betok pernah dilakukan Miranti *et al*, (2017). Dalam penelitian tersebut larva yang digunakan berumur tiga (3) hari pasca penetasan. Larva berasal dari hasil pemijahan sendiri, induk betok diinduksi dengan hormon sintetik. Larva diberi pakan artemia.

Pemeliharaan larva diberi lama pencahayaan berbeda (sebagai perlakuan). Dari hasil penelitian ini, lama pencahayaan terbaik dalam pemeliharaan larva ikan betok adalah 24 jam terang dan 24 jam gelap, sesuai dengan pola pencahayaan secara alami di alam. Data hasil penelitian tersebut secara lengkap disajikan pada Tabel 9 berikut:

Tabel 9. Pemeliharaan larva ikan betok (*A testudineus*) dengan lama pencahayaan berbeda

Parameter Pengamatan	Lama Pencahayaan (Jam Terang/T: Jam Gelap/G)				
	24T:0G	18T:6G	12T:12G	6T:18G	0T:24G
Rerata SR (%)	81.11	75.77	68.44	58.22	52.99
Rerata pertambahan berat (g)	0.46	0.36	0.23	0.10	0.06
Rerata pertambahan panjang (mm)	30.67	23.21	18.56	14.15	10.86

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad. M dan Fauzi. 2010. Percobaan pemijahan ikan puyu (*Anabas testudineus*). Jurnal Perikanan dan Kelautan, 15(1): 16-24.
- Agustina. A.T. 2007. Optimasi suhu untuk penetasan telur dan kelangsungan hidup larva ikan patin jambal (*Pangasius djambal*). Skripsi. Program Studi Budidaya Perairan. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya. Indralaya. (tidak dipublikasikan)
- Akbar. H. 2008. Studi karakter morfometrik-meristik ikan betok (*anabas testudineus* bloch) di das mahakam tengah propinsi kalimantan timur. Skripsi. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor (tidak dipublikasikan).
- Anggara A, Muslim M, dan Muslimin B. 2013. Kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan betok (*Anabas testudineus*) yang diberi pelet dengan dosis berbeda. Fisheries, 2(1): 21-25
- Ariffansyah. 2007. Perkembangan embrio dan penetasan telur ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) dengan suhu inkubasi yang berbeda. Skripsi Universitas Sriwijaya. Indralaya. (tidak dipublikasikan)
- Arsianingtyas. H.. A. T. Mukti dan S. Subekti. 2009. Pengaruh kejutan suhu panas dan lama waktu setelah pembuahan terhadap daya tetas dan abnormalitas larva ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. Surabaya. (tidak dipublikasikan)
- Asyari. 2007. Pentingnya labirin bagi ikan rawa. Jurnal Bawal: Widya Riset Perikanan Tangkap, (5): 161-167
- Budiardi. T.. W. Cahyaningrum dan I. Effendi. 2005. Efisiensi pemanfaatan kuning telur embrio dan larva ikan manvis (*Pteorephyllum scalare*) pada suhu inkubasi yang berbeda. Jurnal Akuakultur Indonesia, 4(1): 57-61.
- Burmansyah B. Muslim M dan Fitriani M. 2013. Pemijahan ikan betok (*Anabas testudineus*) semi alami dengan sex rasio berbeda. Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia, 1(1): 23-33.

- Busroni. 2008. Penetasan telur ikan kerapu sunu (*Plectropomus sp*) pada suhu yang berbeda. Skripsi. Program Studi Budidaya Perairan. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya. Indralaya. (tidak dipublikasikan)
- Collins, R. A, Britz, R and Rüber, L. 2015. Phylogenetic systematics of leaffishes (Teleostei: Polycentridae, Nandidae). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 53(4): 259-272
- Diba N.F. Muslim M dan Yulisman Y. 2016. Pemijahan ikan betok (*Anabas testudineus* Bloch) yang diinduksi dengan ekstrak hipofisa ayam broiler. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 4(1): 188-199
- Dwajad. M. I. dan H. Jompa. 2007. Pengaruh kejutan dingin terhadap masa inkubasi, derajat penetasan dan sintasan prelarva ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskal). *Jurnal Sains dan Teknologi*, 7(3): 119-124.
- Elfeta. Y. 2008. Daya tetas telur ikan baung (*Hemibagrus nemurus* Blkr.) pada suhu inkubasi yang berbeda. Skripsi. Universitas Sriwijaya. Indralaya. (tidak dipublikasikan)
- Etika D. Muslim M dan Yulisman Y. 2013. Perkembangan diameter telur ikan betok (*Anabas testudineus*) yang diberi pakan diperkaya vitamin E dengan dosis. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 18(2): 26-36
- Fitrani, M, Muslim M, Jubaedah D. 2011. Ekologi ikan betok (*Anabas testudineus*) di perairan rawa banjiran indralaya. *Agria*, 7(1): 33-39
- Gao. Y., Kim. S.-G., & Lee. J.-Y. 2011. Effects of pH on fertilization and the hatching rates of far eastern catfish (*Silurus asotus*). *Fisheries and Aquatic Sciences*, 14(4): 417-420.
- Haloho. L.M. 2008. Kebiasaan makanan ikan betok (*Anabas testudineus*) di daerah rawa banjiran sungai mahakam. kec. kota bangun. kab. kutai kertanegara. kalimantan timur. Skripsi. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor (tidak dipublikasikan).
- Houlihan. D.F., E. Mathers. and A. Foster. 1993. Biochemical correlates of growth in fish. In *Fish ecophysiology*. (eds.) J.C. Rankin and F.J. Jensen. Chapman and Hall. London. P 45-71
- Jacob. P. K. 2005. Studies on some aspects of reproduction of female *Anabas testudineus* (Bloch). PhD Thesis. Cochin University of Science and Technology. India (unpublished).
- Jamsari. A.F.J. Z.A. Muchlisin. M. Musri dan M.N. Siti Azizah. 2010. Remarkably low genetic variation but high population differentiation in the climbing perch. *Anabas testudineus* (Anabantidae). base on the

- mtDNA control region. *Genetics and Molecular Research*. 9: 1836-1843.
- Korwin. K.M. 2012. Fish hatching strategies: a review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 22(1): 225–240.
- Lestari L. W dan Muslim. 2005. Studi biodiversitas ikan di reservat perikanan lebung karangan. indralaya ogan ilir. Laporan Hasil Penelitian. Lembaga Penelitian Unsri. Indralaya.
- Marlida. R. 2008. Efek cekaman suhu terhadap penetasan telur dan keragaan larva ikan papuyu (*Anabas testudineus* Bloch). *Ziraa'ah*, 22 (2): 96-106.
- Masrizal. Wahizi..A dan Azhar. 2001. Pengaruh suhu yang berbeda terhadap hasil penetasan telur ikan patin (*Pangasius pangasius*). Jurusan Produksi Ternak Fakultas Peternakan Universitas Andalas.
- Melianawati. R.P.T. Imanto. dan M. Suastika. 2010. Perencanaan waktu tetas telur ikan kerapu dengan penggunaan suhu inkubasi yang berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kalautan Tropis*, 2 (2): 83-91
- Miranti F. Muslim M dan Yulisman Y. 2017. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan betok (*Anabas testudineus*) yang diberi pencahayaan dengan lama waktu berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 5(1): 33-44
- Mirsa. S.K. 1994. Histological studies of oocyte development and maturation of *Anabas testudineus* (Bloch). The Third Asian Fisheries Forum. Asian Fisheries Society. Manila.Philippines.
- Mukti. A. T. 2005. Perbedaan tingkat poliploidisasi ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn.) melalui kejutan panas. *Berk. Penel. Rayati*. (10): 133-138.
- Mustakim. M. 2008. Kajian kebiasaan makanan dan kaitannya dengan aspek reproduksi ikan betok (*Anabas testudineus* Bloch) pada habitat yang berbeda di lingkungan danau melintang kutai kartanegara kalimantan timur. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor (tidak dipublikasikan)
- Muslim M, Yulisman Y, Syaifudin M.. Fitriani M. dan Taqwa FH. 2011. Pembenihan ikan betok (*Anabas testudineus*) dengan teknik kawin suntik. Laporan Pengabdian Masyarakat. Lembaga Pengabdian Masyarakat Unsri. Indralaya.
- Muslim M. 2012. Perikanan rawa lebak lebung sumatera selatan. Unsri Press. Palembang
- Muslim M, Fitriani M, Busroh M. 2019. Pemijahan ikan betok (*Anabas testudineus*) dalam kolam terpal dengan ketinggian air berbeda. (in Press)

- Nirmala. K. J. Sekarsari dan P. Suptijah. 2006. Efektifitas khitosan sebagai pengkhelet logam timbal dan pengaruh terhadap perkembangan awal embrio ikan zebra (*Danio rerio*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 5 (2): 157-165.
- Nchedo. A. C.. dan Chijioko. O. G. 2012. Effect of pH on hatching success and larval survival of african catfish (*Clarias gariepinus*). *Nature and Science*. 10(8): 47-52.
- Nugraha. DMN. Supardjo dan Subiyanto. 2012. Pengaruh perbedaan suhu terhadap perkembangan embrio. daya tetas telur dan kecepatan penyerapan kuning telur ikan black ghost (*Apteronotus albifrons*) pada skala laboratorium. *Journal of management of aquatic resources*. 1 (1): 1-6.
- Pebriyanti M, Muslim M, dan Yulisman Y. 2015. Pertumbuhan larva ikan betok (*Anabas testudineus*) yang direndam dalam larutan hormon tiroksin dengan konsentrasi dan lama waktu perendaman yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 3(1): 46-57
- Putri D.A, Muslim M, dan Fitriani M. 2013. Persentase penetasan telur ikan betok (*Anabas testudineus*) dengan suhu inkubasi yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(2): 184-191
- Prasetya J, Muslim M, dan Fitriani M. 2015. Pemijahan ikan betok (*Anabas testudineus* Bloch) yang dirangsang ekstrak hipofisa ikan betok dengan rasio berat ikan donor dan resipien berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 3(2): 36-47
- Pramono. T. B. dan S. Marnani. 2007. Pola penyerapan kuning telur dan perkembangan organogenesis pada stadia awal larva brek (*Puntius orphiodes*). *Jurnal Penelitian dan Ilmu Kelautan*, 6 (1): 1-4.
- Prochazka. 2009. Incidence of malformations in fish embryos/larvae (review). Smart Water Research Facility. Griffith University. Nathan/Gold Coast Campus. 18 September 2009. pp 1-15.
- Rahmi I, Yulisman Y, dan Muslim M. 2016. Kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan betok (*Anabas testudineus*) yang diberi cacing sutera dikombinasi dengan pakan buatan. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 4(2): 128-139
- Sari RM, Yulisman Y dan Muslim M. 2015. Laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan betok (*Anabas testudineus*) pada berbagai periode pergantian jenis pakan. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 3(1): 70 - 81

- Sawitri R dan S. Iskandar. 2006. Pengaruh pengelolaan hutan produksi terhadap keragaman plasma nutfah perairan. *Jurnal Plasma Nutfah*, 12: 76-82
- Saanin.H. 1984. Taksonomi dan kunci identifikasi ikan 1 dan 2. Penerbit Bina Cipta. Bogor.
- Sahoo. P.K., P. Swain, S.K. Sahoo, S.C. Mukherjee dan A.K. Sahu. 2000. Pathology caused by the bacterium *Edwardseilla tarda* in *Anabas testudineus* (Bloch). *Asian Fisheries Science* 13: 357-362
- Shafrudin. D. 1997. Pengaruh suhu terhadap perkembangan serta pertumbuhan embrio dan larva ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata* Blkr.). Tesis. Institut Pertanian Bogor. (Tidak dipublikasikan).
- Slamet. B., P. T. Imanto dan S. Diani 1989. Pengamatan pada pemijahan rangsangan, perkembangan telur dan larva kakap putih. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. Terbit Khusus No. 01. 1990 :1-5.
- Sulistyowati. D. T., Sarah dan H. Arfah. 2005. Organogenesis dan perkembangan awal ikan *Corydoras panda*. *Jurnal akuakultur indonesia*. 4 (2): 67-74.
- Suriansyah., A. O. Sudrajat dan M. Zairin Jr. 2010. Studi rangsangan hormon gonadotropin (GtH) terhadap perkembangan pematangan gonad ikan betok (*Anabas testudineus* Bloch). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 9 (1): 61-66.
- Saleh. J. H., Zaidi. F. M. A., dan Faiz. N. A. A., 2013. Effect of pH on hatching and survival of larvae of common carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). *Marsh Bulletin*. 8(1): 58-64.
- Slamat. 2009. Keanekaragaman genetik ikan betok (*Anabas testudineus* Bloch) pada tiga ekosistem perairan rawa di propinsi kalimantan selatan. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor (tidak dipublikasikan)
- Thamrin. A. P. Rasyidi, Mulyadi dan Rosyadi. 2010. Penelitian pendahuluan pengaruh temperature terhadap survival embrio dan embryogenesis ikan silais (*Tricopterus limpok*). *Journal of Enveronmetal Science*. 4 (4): 1-10.
- Yamagami. K. 1988. Mechanisme of hatching in fish. *physiology*: 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*. Academic Press. Inc.
- Yusuf. N.S dan Kartika. B. 2007. Keragaman fenotif ikan betok (*Anabas testudineus* Bloch) dari beberapa kawasan rawa gambut di kalimantan

- tengah. Prosiding Forum Perairan Umum Indonesia IV. Balai Riset Perikanan Perairan Umum. Palembang.
- Yustina. 2001. Keanekaragaman jenis ikan di sepanjang perairan sungai rangau. riau sumatra. Jurnal Natur Indonesia 4: 1-14
- Violita V. Muslim M. Fitriani M. 2019. Derajat penetasan dan lama waktu menetas embrio ikan betok (*Anabas testudineus*) yang diinkubasi pada media dengan pH berbeda. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga (volume 1 tahun 2019) (in press)
- Wargasasmita. S. 2002. Ikan air tawar endemik sumatera yang terancam punah. Jurnal Iktiologi Indonesia (2) : 41-49
- Zalina. I., C. R. Saad, A. Cristianus dan S. A. Harmin. 2012. Induced breeding and embryonic development of climbing perch (*Anabas testudineus*. Bloch). Journal of Fisheries and Aquatic Science. 7 (5): 291-306.

INDEKS

- A
- Akuarium
- Alat pernafasan
- Anabas
- Anak sungai
- Asam amino
- B
- Betok
- Bioekologi
- Blastula
- C
- Calon induk
- Chorion
- D
- Daerah
- Daya tetas telur
- Domestikasi
- E
- Eksoderm
- Eksternal
- Ekstraksi
- Embrio
- Endoderm
- Enzim
- F
- Family
- Fase
- Fermentasi
- Fitoplankton
- G
- Gastrula
- Genus
- Gonad
- Gonadotropin
- H
- Hipofisa
- Hormon
- Hormon alami
- Hormon sintetik
- Hypothalamus
- I
- Ikan betina
- Ikan jantan
- Induk
- Induksi
- Internal
- J
- Jinak
- K
- Karakter
- Karakter morfometrik
- Karamba
- Keasamaan
- Kelangsungan hidup
- Keragaman fenotif
- Keragaman genetik
- Ketinggian air
- Kiambang
- Kolam beton
- Komoditi
- Kualitas air

L

Labirin

Larva

Lebak lebung

Liar

M

Memijah

Menu

Mesoderm

Morula

N

Nutrient

O

Oksigen

Operculum

P

Pakan

Pellet

Pematangan gonad

Pemijahan

Penyebaran

Penyuntikan

Persen

Ph

Plankton

Populasi

R

Rawa

Rawa banjir

Rawa monoton

Rasio kelamin ikan

S

Saluran pencernaan

Sel

Seleksi

Stadia

Sungai

T

Tahap

Telur

Tingkat kematangan gonad

Tubifex

Tumbuhan air

V

Vitamin

Ventral

W

Waktu laten

Waktu pemijahan

Z

Zooplankton

Zigot

Sekilas Tentang Penulis



Penulis dilahirkan di Desa Air Itam Kecamatan Penukal, Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir, Propinsi Sumatera Selatan. Pendidikan formal di SDN1 Air Itam (1985-1991), SMPN 1 Air Itam (1991-1994), SMAN 1 Gunung

Megang-Muara Enim (1994-1997), Sarjana (S1) di Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Diponegoro Semarang, Jawa Tengah (1997-2001), Magister (S2) di Program Studi Ilmu Akuakultur, Institut Pertanian Bogor (2008-2010). Sejak 2002 sampai sekarang penulis bekerja sebagai dosen di Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Sumatera Selatan. Jabatan fungsional penulis saat ini adalah Lektor Kepala, dan Pangkat/Golongan Pembina/IV.a. Penulis menikah dengan Selly Oktarina, S.P., M.Si pada tahun 2005 dan telah dikaruniakan tiga putra putri, Nabilah Zhafirah (13 tahun), Muhammad Fauzan Zhafran (11 tahun) dan Nadia Zhahirah (4 tahun). Beberapa tulisan penulis telah diterbitkan pada prosiding dan jurnal nasional dan internasional. Beberapa jurnal internasional, yang mempublikasikan artikel penulis antara lain: International Journal of Fisheries and Aquatic Research, Aquacultura Indonesiana, dan Genetics of Aquatic Organisms. Beberapa jurnal ilmiah nasional antara lain: Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia (Universitas Sriwijaya, Indralaya), Jurnal Akuakultur Indonesia (Institut Pertanian Bogor, Bogor), Jurnal Klorofil (Universitas Muhammadiyah, Palembang), Jurnal Fiseries (Universitas Muhammadiyah, Palembang), Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan

Budidaya Perairan (Universitas PGRI, Palembang), Jurnal Ilmiah Sriwijaya (Universitas Sriwijaya, Palembang), Jurnal Omniakuatika (Universitas Jendral Soedirman, Purwokerto), Jurnal Perikanan Tropis (Universitas Teuku Umar, Aceh). Buku ini merupakan hasil karya penulis yang ketiga dalam bentuk buku. Dua buku sebelumnya, Perikanan Rawa Lebak Lebung Sumatera Selatan (Unsri Press, 2012) dan Budidaya Ikan Gabus *Channa striata* (Unsri Press, 2017). Informasi lebih lengkap mengenai penulis dapat dilihat pada blog pribadi penulis pada link berikut: <https://muslimakuakultur.blogspot.com/>