

EVALUASI KUALITAS BENIH HASIL INDUKSI HORMONAL MENGGUNAKAN KELENJAR HIPOFISIS DENGAN MENGIMPLEMENTASIKAN CARA PEMBENIHAN IKAN YANG BAIK (CPIB)

Farikhah, Triana Retno Palupi, R.M. M.R Al-Mubarok

¹Progrm Studi Budidaya Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Gresik,
Jl. Sumatera, 101 GKB Gresik 61100, Indonesia
farikhah@umg.ac.id

ABSTRACT

*This activity evaluates the quality of fish seeds according to SNI standards, focusing on seeds produced via hormonal induction using the pituitary gland during the 2023 and 2024 Fish Seed Technology course practicum. The experiment conducted at the Aquaculture Laboratory of Muhammadiyah University of Gresik by used pearl strain dumbo catfish broodstock averaging ± 950 g, certified from the Mojokerto Freshwater Aquaculture Installation, East Java. The broodstock received a 1:1 pituitary solution injection, and the latent period was monitored until stripping was feasible. The stripped eggs were fertilized with sperm and hatched in a fiber tank ($3 \times 1.5 \times 0.5 \text{ m}^3$) until reaching 30 days post-fertilization (PF). Key observation variables included the latent period, fecundity, seed viability (SR, %), and fish seed quality, analyzed according to the SNI 6484.2: 2014 document and scientific literature. Results from the 2023 and 2024 practicum showed a consistent latent period of approximately 6 hours post-induction and a fecundity of $74,277.8 \pm 77,385$ grains. After 30 days PF, 7,586 seeds survived, with 36 (0.47%) categorized as shooters. The total length (TL) of the seeds ranged from $16.25 \pm 3.46 \text{ mm}$ to $19.00 \pm 1.64 \text{ mm}$. Color grouping revealed the Pale 3 group had the highest percentage at 78%. No abnormalities were observed, and the seeds demonstrated high responsiveness. Overall, the fish seeds exhibited good quality and uniformity in terms of TL, age, color, and symmetry of paired locomotor organs. The findings indicate a need to clarify uniformity criteria in the SNI document and suggest including the shooter ratio in seed containers, as this relates to the unique characteristics of *Clarias sp* catfish.*

Keywords: *hipophysation, SNI document, seed quality, shooter ratio, uniformity*

ABSTRAK

Kegiatan ini bertujuan mengevaluasi kualitas benih ikan berdasarkan SNI pada benih yang dihasilkan dari penerapan teknologi induksi hormonal menggunakan

kelenjar hipofisis pada praktikum mata kuliah Teknologi Pembenihan Ikan tahun 2023 dan 2024. Praktikum dilakukan di Laboratorium Akuakultur Universitas Muhammadiyah Gresik dengan menggunakan induk lele dumbo strain mutiara bobot ± 950 g bersertifikat dari Instalasi Budidaya Air Tawar Mojokerto, Jawa Timur. Induk ikan diinjeksi dengan larutan hipofisis perbandingan 1:1 kemudian diamati periode laten sampai dapat distripping dengan mudah. Hasil stripping difertilisasi dengan cairan sperma kemudian embryo ditetaskan dalam bak fiber ($3 \times 1,5 \times 0,5$)m³ dan dipelihara sampai berumur 30 hari Pasca Fertilisasi (PF). Variabel pengamatan meliputi periode laten, fekunditas, daya hidup benih (SR, %), dan kualitas benih ikan. Analisis variabel pengamatan mengacu pada dokumen SNI 6484.2:2014 dan literatur ilmiah. Hasil praktikum hipofisasi tahun 2023 dan 2024 memperoleh data periode laten yang konsisten ± 6 jam pasca induksi dan fekunditas 74.2778 ± 77385 butir. Jumlah benih yang hidup pada umur 30 hari PF 7586 ekor dan 36 ekor (0,47%) diantaranya adalah *shooter*. TL benih berkisar 16.25 ± 3.46 mm sampai 19.00 ± 1.64 mm. Pengelompokan benih berdasarkan warna kulit menghasilkan persentase terbanyak pada kelompok Pale 3 (78%). Abnormalitas lainnya tidak ditemukan dan benih sangat responsif. Benih ikan dinilai berkualitas baik dan seragam yang dijabarkan dalam aspek TL, umur, warna, dan simetrisitas organ gerak berpasangan. Hasil kegiatan ini mengajukan saran perlunya memperjelas butir-butir keseragaman di dalam dokumen SNI, disamping itu dipandang perlu memasukkan rasio *shooter* dalam bak benih yang terkait langsung dengan karakteristik khusus pada ikan lele *Clarias sp* secara umum.

Kata kunci: hipofisasi, keseragaman, kualitas benih, rasio shooter, SNI benih

PENDAHULUAN

Menguasai teknologi pembenihan merupakan hal esensial dalam mewujudkan perikanan budidaya berkelanjutan (Barasa & Ouma, 2024; Moehl et al., 2006; Shaleh et al., 2019). Teknologi ini membutuhkan kecukupan dasar ilmu reproduksi tentang endokrinologi reproduksi (Mylonas et al., 2010; Zohar et al., 2010; Zohar & Mylonas, 2001) disamping pengetahuan lainnya seperti seksualitas ikan (Taranger et al., 2010), perkembangan sel-sel germinal (Goto & Saito, 2019), embryogenesis (F. Lahnsteiner; F. Soares, 2009), serta faktor-faktor lingkungan penentu kesuksesan pembenihan ikan di wadah kultur (Brown & Laland, 2001; Gao et al., 2013; Olla et al., 1998). Dengan dasar pengetahuan itu pelepasan oosit matur ke lingkungan memperbesar peluang gamet jantan membuahi gamet betina secara efektif.

Fisiologi reproduksi ikan sebagai faktor penentu keberhasilan pembenihan termasuk dri aspek sosial ekonomi. Hambatan reproduktif baik internal maupun eksternal dalam wadah kultur potensial menggagalkan keberhasilan pemijahan

(Bobe, 2015) diatasi dengan pengembangan induksi hormonal berdasarkan konsep biologi reproduksi yang mengalami banyak kemajuan setelah dikembangkan dalam kurun lima decade ini baik secara mendasar maupun aplikasi (Zohar, 2021). Prinsip teknologi ini mengandalkan intervensi manusia dalam meningkatkan jalur hipotalamus-pituitari-gonad (HPG Axis) sehingga sel telur terlepas dari dinding gonad dan berkumpul di lumen.

Keterampilan membenihkan ikan sangat penting diajarkan melalui platform praktikum karena efektif dalam mencapai tujuan pembelajaran. Praktikum merupakan bentuk kegiatan belajar yang mengasah kemampuan observasi mendalam dan memungkinkan menganalisis dan berlatih kritis terhadap seluruh hasil-hasil observasi selama praktikum berlangsung. Dalam kegiatan praktikum, mahasiswa didampingi menjalankan proyek pembenihan ikan yang mengimplementasikan teknologi induksi hormonal untuk menghasilkan benih yang selanjutnya dievaluasi berdasarkan standar SNI.

Ikan yang digunakan adalah lele dumbo *Clarias sp* yang memiliki nilai strategis mewakili salah satu kelompok ikan air tawar terbesar dengan lebih dari 4000 spesies dan hampir 12% dari populasi teleostei. Distribusi dan keanekaragamannya meluas ke seluruh dunia menjadikan lele sebagai model yang menarik bagi ahli ekologi dan ahli biologi evolusioner. Disamping itu lele juga mewakili komoditas akuatik yang sangat baik karena kepentingan ekonomi, ketersediaan, ketahanan terhadap penyakit, kemampuan beradaptasi terhadap pemijahan buatan, penanganan, budidaya, fekunditas, daya tetas, toleransi hipoksia dan kemampuannya untuk menyesuaikan diri dengan kondisi laboratorium. Sistem reproduksi pada ikan lele diatur oleh jaringan kompleks saraf, sistem endokrin dan faktor lingkungan selama determinasi dan diferensiasi gonad (Senthilkumaran & Kar, 2021). Oleh sebab itu pengembangan material praktikum pembenihan ikan lele sangat bermanfaat dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di mt kuliah pembenihan. Terkait dengan hal tersebut, diperlukan evaluasi terhadap implementasi praktikum teknologi pembenihan ikan di Program Studi Budidaya Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Gresik.

Salah satu capaian pembelajaran dalam mata kuliah Teknologi Pembenihan Ikan adalah mahasiswa mampu mengevaluasi kualitas benih ikan lele dumbo yang diproduksi melalui penerapan teknologi induksi hormonal dengan menggunakan pedoman Cara Pembenihan Ikan yang Baik (CPIB). Dalam artikel ini ingin dianalisis sejauh mana penggunaan dokumen SNI pedoman penilaian kualitas benih dari kegiatan praktikum pembenihan ikan di Laboratorium Akuakultur Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Gresik. Tujuannya untuk mengevaluasi hasil produksi benih ikan lele yang dijalankan dengan mengacu SNI 6484.2:2014 dalam pembelajaran mata kuliah Teknologi Pembenihan Ikan.

METODE PENELITIAN

Kegiatan ini dilaksanakan di *mini hatchery* Laboratorium Akuakultur Fakultas Pertanian Universitas Muhammaidyah Gresik pada Semester Gasal tahun 2023 dan 2024, setiap periode bulan Oktober-Desember. Induk ikan lele dumbo *Clarias gariepinus* strain Mutiara bersertifikat diperoleh dari UPT Instalasi Perikanan Budidaya Air Tawar Dlanggu Mojokerto, Gedot, Kedunggede, Kec. Dlanggu, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur 61371. Ikan donor yang digunakan adalah species lele dumbo yang diperoleh dari Pasar Ikan Lamongan.

Penyusunan Tim Kerja

Mahasiswa dalam satu kelas mata kuliah Teknologi Pembenihan Ikan berbagi peran sebagai ketua, staff sarana dan prasarana, staf produksi, staf biosekuriti, dan MPM. Tugas dan tanggung jawab setiap mengacu CPIB SNI 6484.2:2014.

Sterilisasi air

Menyiapkan air tawar bersih di kolam atau bak tandon yang dilengkapi dengan instalasi aerasi. Mengestimasi volume air di dalam kolam atau bak tandon dan memasukkan serbuk kaporit dengan kadar 60 ppm. Selanjutnya mengaerasi kuat air berkaporit. Setelah 1x24 jam, mengangkat aerasi kemudian melakukan netralisasi kaporit dengan larutan Natrium tiosulfat kadar 30 ppm.

Sterilisasi kolam

Kolam beton dan bak fiber dicuci bersih menggunakan deterjen dan menyikat semua dinding kolam kemudian membilasnya dengan air bersih. Selanjutnya melakukan sterilisasi dengan larutan kaporit 100 ppm dengan cara melumurkan air kaporit ke semua bagian kolam dan mendiarkannya selama 30 menit, buang larutan kaporit, dan membiarkan kolam kering terkena matahari. Jika ada residu kapur, bilas dengan air tawar bersih sebelum mengisi kolam dengan air tawar steril.

Sterilisasi peralatan

Mencuci semua peralatan (batu aerasi, selang aerasi, bulu ayam, kakaban, gayung, seser ikan, mangkuk berrdinding oval dan halus, dll), menggunakan deterjen dan membilasnya sampai bersih. Menyiapkan air yang telah dicampur dengan larutan kaporit 100 ppm dalam bak atau kolam khusus. Memasukkan semua peralatan yang akan digunakan untuk pemijahan ikan, ke dalam air tersebut sampai semua peralatann betul-betul terendam dalam air selama ± 30 menit. Mengeluarkan semua peralatan dari air kaporit kemudian menjemur di bawah sinar matahari. Peralatan siap digunakan.

Pematangan gonad induk

Pemeliharaan induk dalam kolam beton berukuran 2x2x1,2 m³ dengan ketinggian air 45 cm dilengkapi sistem aerasi, terisi air tawar dari sumur artesis. Pakan berupa ikan rucah dan pelet berprotein tinggi diberikan *ad libitum* dua kali sehari. Air kolam diganti setiap minggu sebanyak 50% dari total volume. Untuk mempercepat pematangan gonad, ditambahkan vitamin E 450 mg/kg pakan, menggunakan minyak nabati sebagai pengikat. Pematangan gonad berlangsung 8 pekan dengan pemantauan kematangan gonad dan penambahan bobot induk tiap pekan.

Isolasi kelenjar hipofisis

Penyiapan material dan peralatan meliputi alkohol 70%, kertas label, tisu lembut, pisau tajam, ketam tajam, papan datar, timbangan digital, pinset ujung lancip, serta mortar dingin steril (disimpan di *freezer* ±24 jam). Melakukan penimbangan ikan donor menggunakan timbangan pegas (Salter) untuk memenuhi rasio bobot ikan donor dan resipien 1:1. Pencatatan data morfometrik dan meristik ikan donor kemudian memosisikan ikan donor di papan datar kering dengan menutup kepala dan bagian caudal menggunakan kain basah. Pemotongan pangkal kepala menggunakan pisau tajam. Setelah kepala terpisah dari badan, pemisahan rahang atas dari rahang bawah secara manual. Pemotongan tulang rahang atas menggunakan ketam tajam sampai kelenjar hipofisis berbentuk bulat seperti kacang di bawah lobus otak tampak. Pengambilan kelenjar hipofisis dengan pinset lancip kemudian menimbanginya dan memasukkan hipofisis dalam mortar dingin, kemudian mortar ditutup aluminium foil, lalu dimasukkan dalam plastik berlabel berisi informasi spesies ikan donor, bobot ikan donor, bobot hipofisis, dan tanggal isolasi.

Pembuatan larutan hipofisis

Hipofisis beku dikeluarkan dari freezer. Dilakukan penggerusan hipofisis dengan mortar sampai hipofisis benar-benar halus kemudian ditambahkan NaCl fisiologis sebanyak 3mL ke dalam mortar. Larutan hipofisis dihisap menggunakan *sprit* steril diusahakan tak ada udara terhisap dan siap diinjeksikan ke ikan resipien.

Induksi hormonal

Pengambilan ikan betina matang gonad dari kolam dan meletakkan di atas papan datar licin secara hati-hati. Bagian anterior ikan di kiri praktikan. Menutup bagian kepala untuk menenangkan ikan dengan lap kain lembut basah. Bagian dorsal yang akan diinjeksikan larutan hipofisis dikeringkan dengan tisu dan alkohol secara lembut. Hipofisis dengan rasio donor dan resipien betina 1:1 dan rasio donor: resipien jantan adalah 1:0,5 Larutan hipofisis diinjeksikan dengan posisi kemiringan sudut 45° dan ditekan secara perlahan dengan jari kiri praktikan mengurut muskular ke arah jantung, sampai cairan hipofisis habis. Setelah injeksi

selesai, ikan dimasukkan dalam kolam inkubasi (1x0,8x0,6)m³ yang terpisah antara betina dengan jantan. Kolam inkubasi (ketinggian air 40 cm) beraerasi dan papan penutup untuk menghindari loncatnya ikan ke luar kolam.

Observasi periode laten

Pasca induksi hormonal, dilakukan pemantauan tingkah laku ikan secara visual dengan membuka penutup kolam. Dilakukan pengecekan kondisi gonad apakah sel oosit sudah dapat distripping dengan mudah atau belum, pada lima jam pasca injeksi hipofisis. Praktikan mencatat tingkah laku ikan betina dan ikan jantan di buku kerja.

Isolasi oosit matur dan cairan sperma (*milt*)

Ikan betina diangkat dari kolam inkubasi secara hati-hati dengan menggunakan serok ikan besar yang bersih. Ikan distripping secara hati-hati dan telur yang dikeluarkan dari papilla ditampung dalam mangkuk gelas yang kering dan steril. Disukai memilih mangkuk berdinding halus tak bersudut agar butiran sel telur lebih aman dan terjaga dari kerusakan. Ikan jantan diambil organ testesnya secara hati-hati dari rongga perutnya dan diegah agar tidak terjadi pendarahan selama proses pengambilan testes. Testes diangkat dari rongga perut ikan jantan kemudian diletakkan dalam cawan petri atau mangkuk gelas steril. Testes dibersihkan dari darah yang menempel di dinding tertes kemudian dikoyakk dengan gunting bedah steril atau ppisu steril secara hati-hati sampai cairan milt (sperma dan cairannya) keluar dari testes secara sempurna. Memisahkan cairann milt dari jaringan testes.

Fertilisasi

Mencampurkan testes dengan sel telur hasil stripping dengan cara menuangkan sedikit demi sedikit milt ke atas telur di mangkuk sambil mengaduknya hingga milt tercampur merata dan habis. Menuangkan air tawar bersih ke dalam mangkuk agar sel sperma bisa menembus dinding sell telur sehingga berlangsung perkawinan. Menggoyang-goyang mangkuk dengan pelan selama 60 detik agar proses perkawinan berjalan optimal sehingga sel telur akan berubah menjadi zygote dan kemudian menjadi embryo.

Inkubasi embryo

Penebaran embryo pada permukaan kakaban yang telah di posisi bak penetasan (3x1x0,5)m³ ketinggian air 30 cm. Penebaran dipastikan merata dan menghindari terjadinya penumpukan massa telur. Memantai aerasi dan instalasi perairan agar semua dalam kondisi aman. Memantau kehidupan embryo selang 2 jam kemudian lebih rapat lagi per satu jam setelah mendekati 20 jam. Mengamati embryo yang sudah menetas pada 24 jam pasca fertilisasi (PF) dan mengobservasi embryo yang mati. Memastikan suhu bak tetas stabil pada 28°C dengan memasang *heater* 75watt. Melanjutkan pemantauan hingga semua embryo menetas.

Pemeliharaan larva

Pada hari ke-2 pasca fertilisasi dilakukan pemberian stok pakan alami dalam bentuk tetapan artemia secukupnya untuk benih-benih yang telah habis kuning telurnya. Selama pemeliharaan larva, dilakukan pemantauan system aerasi untuk memastikan laju oksigenasi dalam bak tetas mencukupi dan merata.

Pemeliharaan benih

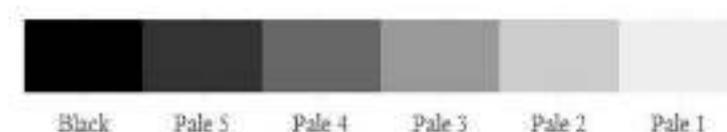
Pada hari ke 5 hari PF larva aktif makan dari eksternal. Penyediaan cacing sutra dengan jumlah cukup di dalam bak larva berlangsung hingga hari ke-8 pasca fertilisasi. Hari ke-9 hingga hari ke-11 porsi cacing sutra mulai dikurangi secara bertahap kemudian menggantinya dengan pellet komersil berkadar protein tinggi (>35%) secara *ad libitum*. Selama pemeliharaan, dilakukan pemantauan pada suhu air bak, titik aerasi merata dengan kekuatan sedang, dan keaktifan benih ikan. Hari ke-14 dan hari ke-21 penyiponan secara hati-hati untuk mencegah benih terluka atau terlepas dari bak. Benih yang terbawa arus sipon dikembalikan dalam bak benih.

Pemanenan

Pemanenan dilakukan dengan cara menyiapkan unit sipon, serok ikan, dan bak bersih. Pemanenan dilakukan pada pagi hari dengan cara mengurangi air di bak benih hingga 90% kemudian mengambil benih secara hati-hati dan memasukkannya dalam bak penampung benih (volume 30L). Benih-benih yang tumbuh sangat cepat (*shooter*) dipisahkan dari populasi.

Evaluasi kualitas benih

Pengambilan ikan shooter dari populasi benih dalam bak penampung benih dan menyimpan ikan shooter di bakk terpisah. Selanjutnya pengambilan acak 300 ekor untuk sampel kemudian menampungnya dalam kontainer (10L). Pemberian aerasi yang mencukupi dalam kontainer untuk memastikan bahwa ikan sampel memperoleh oksigen cukup, kemudian melakukan evaluasi benih dengan mengacu SNI CPIB meliputi kesehatan, keaktifan respons, dan keseragaman. Kesehatan dan responsifitas benih dievaluasi secara visual. Keseragaman benih menggunakan indikator warna kulit (**Gambar 2**), *Total Length* (TL, mm), dan simetrisitas benih (sirip berpasangan lengkap). Simetrisitas sirip berpasangan mengikuti pengelompokan di **Tabel 1** sesuai Farikhah et al (2017).



Gambar 2. Pedoman untuk menentukan pengelompokan warna kulit anak ikan (F1) (Ataguba et al., 2022)

Tabel 1. Karakteristik simetrisitas untuk mengevaluasi kualitas keseragaman benih ikan

No.	Fenotipe sirip pektoral	Kode
1	Sirip pektoral normal	SPN
2	Sirip pektoral kiri hilang	SPH-ki
3	Sirip pektoral kanan hilang	SPH-ka
4	Sirip pektoral sempit	SPS
5	Sirip pektoral kerdil	SPK

Analisis data

Data dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan implementasi produksi benih dalam kegiatan praktikum dengan SNI CPIB. Penentuan keseragaman benih menggunakan acuan kesamaan umur, kesamaan TL (mm), kesamaan warna, dan simetrisitas antara sisi kiri dengan sisi kanan tubuh benih. Benih dinilai seragam apabila tingkat keseragaman mencapai 75% atau lebih dari total individu pada saat panen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keberhasilan hipofisasi

Praktikum pembenihan ikan lele dumbo *strain* Mutiara dalam kurun dua tahun terakhir berhasil mengaplikasikan teknologi hipofisasi. Induk betina matang gonad dalam status TKG IV yang belum dapat melepaskan sel-sel telurnya meskipun beberapa butir saja apabila dilakukan stripping ke arah lubang genital. Induk jantan menunjukkan ciri seksual sekunder matang gonad yang tampak dari sirip berwarna kemerah-merahan dan papila genital berwarna merah muda. Pasca hipofisasi, betina berhasil berovulasi buatan dengan metode stripping dan indukk jantan memperlihatkan status kematangan gonad tingkat akhir dengan warna putih krem penuh seluruh bagian testes (Gambar 3). Rasio bobot ikan donor (ikan yang diambil hipofisisnya) dengan bobot resipien (ikan induk) sebesar 1:1 pada betina dan 1: 0,5 pada jantan. Periode laten $\pm 6,5$ jam pada suhu air media inkubasi $\pm 27^{\circ}\text{C}$.

Keberhasilan hipofisasi ini memperlihatkan bahwa larutan kelenjar hipofisis ikan donor yang disuntikkan pada induk lele dumbo *strain* Mutiara mengandung kadar gonadotropin yang mampu bekerja efektif dalam menstimulasi pemijahan induk betina maupun jantan. Waktu pelaksanaan kegiatan bersamaan dengan siklus gonadotropin musiman terendah ikan lele tidak memberikan hambatan berarti pada kegiatan ini. Menurut Britz (1991) species *Clarias gariepinus* dalam habitat alamiah mampu bereproduksi sepanjang tahun dengan kandungan gonadotropin dalam pituitary berfluktuasi. Bulan Januari kadar gonadotropin berkisar $100\mu\text{gGTH/kg}$ dan Februari menurun kemudian meningkat

tajam bulan Maret hingga Mei $>450\mu\text{g}$. Bulan Juni sampai dengan Agustus kadarnya tinggi hingga $600\mu\text{g}$ kemudian menurun hingga terendah di bulan Desember ($<100\mu\text{gGTH/kg BB}$) (Britz, 1991). Selain kadar gonadotropin dalam hipofisis, kondisi sel ova dalam gonad resipien menyumbang kesuksesan hipofisasi pada ikan lele. Publikasi ilmiah mendukung keberhasilan hipofisasi menguatkan data bahwa ikan lele responsive terhadap teknik hipofisasi baik homoplastic maupun heteroplastik (J. R. Cortes, 2018; Gadissa & Prabha Devi, 2013). Penelitian ini berbeda dari hasil penelitin terdahulu dalam hal panjang periode laten, butir telur yang dihasilkan, dan konsentrasi hipofisis.

Penggunaan hipofisis segar dengan rasio 1-1,5 ikan donor dengan resipien menghasilkan periode laten yang konsisten 6-6,5 jam pada implementasi teknologi tahun 2023 dan 2024. Periode laten menunjukkan efektivitas kinerja gonadotropin dalam hipofisis bekerja cepat dengan bantuann darah sampai ke gonad dan mempengaruhi fisiologis reproduktif gonad. Semakin singkat periode laten artinya semakin efektif induksi hormonal yag diberikan, dan sebaliknya jika semakin lambat artinya hipofisi bekerja lambat. Periode laten sangat bergantung pada suhu perairan pada saat dilakukan induksi dengan rentang berkisar 6-11 jam (FAO, 2008). Berbeda dari Cortes (2018) yang memperoleh periode laten 12 jam maka penelitian ini jauh lebih cepat. Hipofisis awetan memungkinkan sebagian glikoprotein menurun akibat mekanisme enzimatis, sesuai laporan Cortez (2018) yang menggunakan hipofisis awetan dalam aseton 60% yang dapat mengakibatkan kinerja hipofisis mengalami penurunan. Sebaliknya hipofisis segar yang langsung digunakan selepas isolasi dari ikan donor dapat memastikan seluruh komponen glikoprotein hipofisis utuh. Preparasi hipofisis segar diuraikan dalam **Gambar 2**. Setelah diisolasi dari tengkorak ikan donor, hipofisis didestruksi dalam mortar sampai betul-betul halus kemudian ditambahkan larutan NaCl fisiologis dalam mortar sehingga dipastikan hipofisis halus larut dalam cairan. Selanjutnya larutan disedot kembali secara cermat agar seluruh cairan dapat terkumpul dalam spuit tanpa sisa.



Gambar 2. Pembuatan larutan hipofisis yaitu menuangkan NaCl fisiologis jernih (kiri) dalam mortar yang berisi tumbukan halus hipofisis (tengah)

kemudian dilakukan penyedotan kembali dengan spuit yang sama (kanan) menghasilkan spuit yang mengandung konsentrasi tumbukan halus kelenjar hipofisis mengakibatkan cairan jernih menjadi keruh.



Gambar 3. Oosit matur dan testes matur induk ikan lele dumbo strain Mutiara diinjeksi dengan larutan kelenjar hipofisis setelah melewati periode laten $\pm 6,5$ jam; oosit berwarna hijau tua tampak kesat tidak berair dan testes tampak berwarna putih susu memperlihatkan ciri-ciri visual gamet matur.

Kondisi kematangan oosit dari hasil stripping pasca periode laten $\pm 6,3$ tampak maksimal dilihat dari tampilan massa oosit. Butiran sel-sel oosit sangat kompak tidak lembek menunjukkan hidrasi besa-besaran pada tahap maturase akhir dan *Germinal Vesicle Breakdown* (GVBD) bermigrasi ke kutub animal terpisah dari yolk yang menunjukkan kerja hormone Luteinizing Hormone (LH) (Sharma et al., 2024) sehingga sel-sel telur keluar dari lumen dengan mudah. Bobot telur hasil stripping satu ekor betina pada tahun 2023 adalah 187,4g dan tahun 2024 memperoleh 265g dari induk bobot 950g dan 1200g. Fekunditas ± 56250 butir dan ± 79500 butir atau rerata sebesar 67875 butir.

Biomassa telur hasil stripping baik di tahun 2023 maupun 2024 melampaui standar jumlah telur dan bobot telur per ekor induk menurut FAO (1987) yang melaporkan induk bobot 0,5-1kg menghasilkan bobot telur 50-100g. Penelitian ini juga lebih tinggi dari laporan Jokhtan (2013) yang menghasilkan 150-230g telur dari induk bobot 1300g-2300g. Butir telur per 1000 g menghasilkan rerata 31659,77 butir setara dengan laporan Usman et al (2021) yang menerapkan teknologi induksi hormonal pituitary. Hasil kegiatan ini dijabarkan dalam **Tabel 2** dan referensi pendukung yang menggunakan teknologi induksi hormonal dalam kurun waktu 20 tahun terakhir ditampilkan dalam **Tabel 3**.

Tabel 2. Capaian hipofisasi pada induk betina lele dumbo strain Mutiara

No	Karakteristik	Tahun pelaksanaan	
		2023	2024
1	Bobot ikan donor: resipien	1:1	1:1
2	Bobot induk betina/umur	950 g/1 tahun	1200 g/2 tahun
3	Bobot telur dari <i>stripping</i>	187,5 g	265 g
4	Estimasi jumlah telur	± 56250 butir	± 79500 butir

Tabel 3. Bobot telur dan jumlah oosit dari penggunaan teknologi induksi hormonal pada ikan lele dumbo *Clarias gariepinus* dalam publikasi ilmiah 20 tahun terakhir

No	Bobot betina (g)	Berat telur (g)	Jumlah oosit (butir)	Cara propagasi	Literatur
1	750g to 2100g	N/A	56430-92700	Hipofisasi dengan pituitary <i>C. gariepinus</i>	(J. Cortes, 2022)
2	1300g	150g	N/A	Induksi hormonal dengan ovaprim	(Jokhtan, 2013)
3	2300g	230g	N/A	Induksi hormonal dengan ovaprim	(Jokhtan, 2013)
4	±1250g	N/A	69939	Hipofisasi dengan pituitary <i>C. gariepinus</i>	(Gadissa & Prabha Devi, 2013)
5	550-1000g	N/A	20978.00 ±6782.15	Induksi hormonal dengan PGE	(Okere, 2015)
6	550-1000g	N/A	36086.00 ±7215.50	Induksi hormonal dengan ovaprim	(Okere, 2015)
7	1020g	N/A	30798.20	Induksi hormonal dengan kelenjar pituitary	(Usman et al., 2021)
8	1050	N/A	35025	Induksi hormonal dengan ovaprim	(Usman et al., 2021)
9	1000g	N/A	8470	Induksi hormonal dengan ovaprim	(Audu et al., 2023)

Teknologi hipofisasi sangat relevan untuk pembelajaran fisiologi reproduksi ikan. Penggunaan hipofisis ikan lele sebagai induktor reproduksi homoplastik lebih sederhana karena tidak memerlukan Dopamine antagonist (Domperidone, Dom), dengan biaya rendah dan tingkat keberhasilan tinggi. Peneliti terdahulu membutuhkan Dom untuk berlangsungnya ovulasi 100% (El-Hawarry et al., 2016). Praktikum ini juga menunjukkan bahwa satu kali injeksi memadai untuk mendorong ovulasi.

Masa laten yang singkat, sekitar ±6,3 jam, membutuhkan kajian lebih lanjut. Keberhasilan ini kemungkinan didukung oleh ikan donor hasil budi daya dari Pasar Ikan Lamongan, yang menurut penelitian lebih efektif dibandingkan ikan tangkapan alam, terutama dalam jumlah telur yang diovulasikan dan daya hidup benih (Amoah et al., 2020). Namun, variabel seperti daya tetas, daya hidup, dan bobot benih belum dievaluasi secara mendalam, khususnya terkait masa laten yang lebih singkat dibandingkan laporan sebelumnya (7-15 jam).

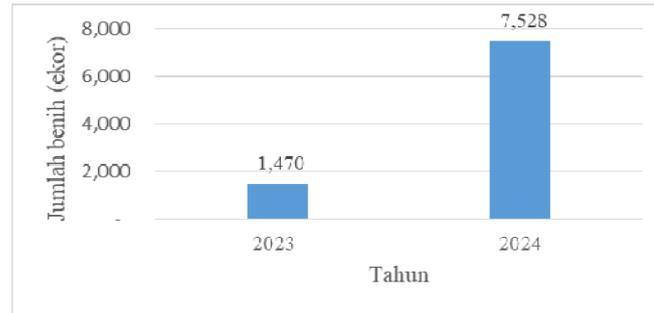
Keunggulan lainnya dalam implementasi hipofisasi pada pembelajaran selain mudah diperoleh, pengadaannya jauh lebih murah dibanding hormone sintetis per kemasan 10mL sehingga menekan biaya operasional praktikum di Laboratorium karena dalam satu Tahun Akademik berlangsung hanya satu kali. Jika membeli hormone sintetis maka sisa stook hormone seringkali tidak

termanfaatkan. Tantangan masa simpan stok hormone berpacu dengan masa kadaluwarsa sehingga sisa hormone rentan terbuang. Disamping itu bagi species lele *Clarias sp*, keterampilan mengisolasi dan melakukan pengawetan kelenjar hipofisis sangat bermanfaat untuk menunjang pemanfaatan yang optimal terhadap limbah pejection pasca pengambilan testes yang seringkali terbuang sia-sia.

Daya hidup benih (anak ikan, F1)

Penentuan daya hidup benih ikan dengan membandingkan antara jumlah telur yang difertilisasi dan jumlah individu yang hidup pada umur 30 hari PF. Jumlah telur yang difertilisasi adalah banyaknya telur yang berhasil diperoleh dari stripping induk pasca hipofisasi. Tahun 2023 jumlah benih ikan sebanyak 1470 ekor benih dan tahun 2024 naik menjadi 7528 ekor. Benih hidup tahun 2024 lima kali lipat lebih banyak dibandingkan dengan tahun sebelumnya, padahal seluruh material dan pedoman praktikum yang digunakan tahun 2023 dan 2024 sama. Faktor yang menyebabkan perbedaan hasil diduga akibat perbedaan pola kerja antara populasi peserta praktikum angkatan tahun 2023 dengan angkatan tahun 2024. Jumlah anggota tim tidak berbading lurus dengan jumlah benih hidup. Tahun 2023 jumlah mahasiswa yang mengikuti praktikum Teknologi Pembenihan adalah 17 mahasiswa sedangkan tahun 2024 jumlahnya menurun jadi 10 mahasiswa. Mereka bekerja bertim menggunakan acuan pedoman praktikum dan dokumen SNI CPIB yang sama, namun softskill tiap angkatan terkait responsibilitas, tanggung jawab, kedisiplinan, kemauan belajar, kegigihan mencapai tujuan, dan kepemimpinan sangat beragam baik dalam satu angkatan mahasiswa maupun antar angkatan. Dengan bercermin dari hasil praktikum ini dosen MK dapat memperhalus instruksional pedoman praktikum agar semakin jelas dalam memandu mahasiswa melaksanakan proyek pembenihan ikan. Kejelasan pedoman dengan instruksional yang rinci meningkatkan jumlah benih ikan yang hidup pada panen umur 30 hari PF.

Selain faktor staffing, faktor teknis yang mempengaruhi jumlah benih hidup dari suatu siklus pembenihan sangat bervariasi. Audu et al. (2023) menyoroti periode laten mempengaruhi secara signifikan jumlah telur yang berhasil hidup menjadi benih. Penelitiannya membandingkan periode laten 9 jam, 11 jam, 13 jam, 15 jam, dan 17 jam dari induksi hormonl menggunakan hormone sintesis. Jumlah benih hidup terbanyak dicapai pada masa laten 11 jam yaitu 4252 ekor, yang diduga efek dari bobot induk betina yang mempengaruhi ukuran yolk, daya tetas, dan daya hidup (Audu et al., 2023).



Gambar 4. Jumlah benih pada umur 30 hari PF pelaksanaan kegiatan tahun 2023 dan 2024

Secara teknis, pada tahun 2023, jumlah benih yang hidup mencapai 3% dari total telur yang terfertilisasi, sedangkan pada tahun 2024 meningkat menjadi 9%. Dengan acuan FAO (1987), dalam hatchery skala sedang dengan proyeksi produksi per siklus 500.000 ekor, maka dibutuhkan 800g telur dari 16 ekor induk betina bobot 500-1000g. FAO (1987) mengestimasi jumlah telur per 100g massa telur adalah 30000 butir, sehingga hatchery yang mengimplementasikan prosedur pembenihan dengan standar FAO diperkirakan menghasilkan produktivitas sebesar 2% dari total telur ikan lele. Dengan standar FAO maka jumlah benih hidup yang dipelihara mahasiswa dalam kegiatan praktikum dalam dua tahun terakhir ini lebih tinggi dari pedoman umum pembenihan pada umumnya.

Karakteristik benih

Keberhasilan pembenihan ikan dinilai dari kuantitas dan kualitas benih, di mana kualitas lebih penting untuk keberlanjutan akuakultur. Menurut SNI CPIB, benih berkualitas harus seragam, dengan lebih dari 75% memiliki keseragaman umur dan ukuran (total length/TL). Selain itu, kesehatan, responsivitas, dan ketiadaan abnormalitas juga menjadi indikator penting

Hasil evaluasi menunjukkan rasio kelompok Pale 3 paling dominan, yaitu 78% dengan rerata TL $16,25 \pm 3,46$ mm, diikuti Pale 2 (14,5%), Pale 4 (2,65%), Black (2,6%), Pale 5 (1,65%), dan Pale 1 (0,33%) (Tabel 4). Persentase keseragaman benih melebihi 75%, sehingga benih ini dikategorikan seragam. Keseragaman juga didukung oleh umur yang sama antar individu, simetrisitas morfologi eksternal, dan tidak adanya kehilangan sirip berpasangan (pektoral maupun pelvic). (Tabel 5). Hasil evaluasi kualitas benih yang dihasilkan pada pembenihan tahun 2024 berdasarkan kelompok warna

Kegiatan ini menggunakan pedoman warna kulit agar secara operasional memperjelas faktor keseragaman dengan meningkatkan objektivitas observasi praktikan. Variabel warna kulit karena dinilai sangat relevan dengan potensi genetik populasi. Keseragaman warna menunjukkan mencerminkan keseragaman genetik karena warna kulit diyakini >95% ditentukan oleh faktor

genetik. Warna kulit ikan adalah faktor yang diwarisi anak dari tetuanya. Pada ikan lele *Clarias gariepinus*, warna kulit hitam adalah sifat yang normal dan dominan dibandingkan warna kulit putih yang disebut albino dan bersifat resesif. Ikan lele dumbo di Indonesia memperlihatkan warna abu-abu yang Ikan lele Afrika yang dihasilkan oleh enam unit adalah warna yang seringkali ditemukan di berbagai daerah. Berbeda dari Indonesia, di Nigeria, warna ikan lele dominan adalah hitam. Berdasarkan hasil penelitian di lima unit pembenihan pada kurun tahun 2021-2022, diperoleh hasil bahwa benih berwarna hitam mencapai 79.95% to 86.34% daripada benih berwarna pucat (13.66% to 20.05%) (Ataguba et al., 2022).

Tabel 4. Rasio benih ikan

No.	Kelompok warna	Jumlah (ekor)	Rasio (%)	TL (mm)
1	Black	8	2,6	16.83±1.94
2	Pale 5	5	1,65	16.80±3.49
3	Pale 4	8	2,65	16.80±2.28
4	Pale 3	236	78	16.25±3.46
5	Pale 2	44	14,5	19.00±1.64
6	Pale 1	1	0,33	17.00

Tabel 5. Fenotipe sirip pektoral per kelompok warna kulit

No.	Kelompok warna	Jumlah sampel (n)	Jumlah Fenotipe Sirip Berpasangan Hilang				
			SPN	SPH-ki	SPH-ka	SPv-ki	SPv-ka
1	Black	6	6	0	0	0	0
2	Pale 5	5	1	0	0	0	0
3	Pale 4	6	6	0	0	0	0
4	Pale 3	20	20	0	0	0	0
5	Pale 2	9	9	0	0	0	0
6	Pale 1	1	1	0	0	0	0

keterangan: SPN= sirip pektoral normal; SPH-ki= sirip pektoral hilang sisi kiri; SPHka= sirip pektoral hilang sisi kanan; SPv-ki=; SPv-ka=sirip pelvic kanan.

Warna ikan juga mempengaruhi laju pertumbuhan ikan. Ikan berpigmen normal memberikan pertumbuhan spesifik yang lebih baik (Nwachi et al., 2023). Kinerja pertumbuhan ikan merupakan matriks dari beberapa faktor mulai dari susunan genetik hingga variabel lingkungan dan ketersediaan makanan. Kenaikan berat badan rata-rata dari strain berpigmen normal lebih baik dibandingkan dengan albino (Saviour & Harry, 2019). Onyia et al. (2016) mengevaluasi faktor pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan kondisi warna normal *Clarias gariepinus* (NCg), albino *Clarias gariepinus* (ACg) dan hibrida timbal baliknya. Pada akhir percobaan, persilangan antara NCg x ACg memiliki berat akhir tertinggi

(488,00±73,60mg) diikuti oleh hibrida timbal balik (ACg x NCg) dengan 421,00±64,79mg, ACg x ACg 385,67±54,26mg dan NCg x NCg dengan 366,33±55,94mg. Tidak ada perbedaan yang signifikan ($hal > 0.05$) dalam berat akhir di antara seluruh persilangan. Keturunan ACg x NCg memiliki panjang terbaik (26.57±2.99mm), diikuti oleh ACg x ACg (26.67±2.90mm), NCg x NCg (25.53±2.65mm) dan ACg x NCg (22.13±2.36mm). Persentase sintasan tertinggi *C. gariepinus* normal 55,00±6,89%, diikuti oleh ACg (50,00±6,94%). Kedua hibrida memiliki faktor kondisi yang lebih baik daripada dua induk stok. Jadi, ikan albino *Clarias gariepinus* tampaknya memiliki karakteristik pertumbuhan dengan *Clarias gariepinus* berwarna normal, akan tetapi mengalami reduksi daya hidup albino *Clarias gariepinus* dibandingkan ikan normal (Onyia et al., 2016).

Dalam penelitian ini diperoleh benih tumbuh sangat cepat yang dikenal dengan istilah *jumper* atau *shooter* sebanyak 36 ekor. Bobot shooter bisa mencapai lebih dari 20 kali lipat benih lainnya yang pertumbuhannya rata-rata atau normal. Species *Clarias gariepinus* jauh lebih intensif dalam pengawasan shooter di bak benih karena potensinya jauh lebih signifikan daripada benih ikan air tawar lainnya. *Shooter* dinilai merugikan karena sifatnya yang membawa dampak negative sebagai predator bagi saudaranya yang tinggal dalam bak yang sama. Akibatnya jumlah benih yang dipanen sangat dipengaruhi oleh banyak atau sedikitnya *shooter* di bak.



Gambar 5. Perbandingan ukuran benih yang tumbuh sangat cepat (*shooter*) dengan benih tumbuh lambat (*runts*) dari pelaksanaan proyek pembenihan tahun 2024.

PENUTUP

Kesimpulan

Evaluasi terhadap benih yang diproduksi mahasiswa melalui praktikum mata kuliah Teknologi Pembenihan Ikan dengan platform proyek menggunakan SNI CPIB sebagai acuan, menghasilkan benih seragam. Keseragaman benih dinilai dengan menggunakan indikator warna kulit benih, TL (mm), umur, tidak ditemukannya abnormalitas, dan simetrisitas. Jumlah benih hidup dibandingkan jumlah telur hasil stripping memperoleh rasio 3% dan 9% dalam kurun waktu dua tahun terakhir dengan kenaikan yang tinggi di tahun 2024. Perbaikan

instruksional pedoman praktikum dapat meningkatkan capaian pembelajaran ke depan.

Saran

Implementasi topik teknologi hipofisis pada praktikum pembelajaran pembenihan mendorong pengembangan inovasi teknologi percepatan pemulihan ikan pasca induksi hormonal. Induk jantan *C. gariepinus* pasca pengambilan testis dapat dijadikan sumber hipofisis yang bernilai ekonomis untuk peningkatan teknologi akuakultur berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ataguba, G. A., Garba, A. A., & Abah, C. O. (2022). Phenotypic Colour Variants in Batches of Fingerlings of *Clarias gariepinus* from Some Commercial Fish Hatcheries. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 19(1), 18–26. <https://doi.org/10.9734/ajfar/2022/v19i130464>
- Audu, S. I. ., Onyia, E. C. ., & Onyia, L. U. (2023). Effects of different latency periods on fingerlings production using *Clarias gariepinus* (African mud catfish). *Global Journal of Fisheries Science*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.31248/gjfs2023.042>
- Barasa, J. E., & Ouma, D. F. (2024). Towards Sustainability in Seed Supply for African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) Culture in Kenya: Lessons from Asian Catfishes Industry. *Aquaculture Research*, 2024. <https://doi.org/10.1155/2024/1341858>
- Bobé, J. (2015). Egg quality in fish: Present and future challenges. *Animal Frontiers*, 5(1), 66–72. <https://doi.org/10.2527/af.2015-0010>
- Britz, P. J. (1991). The utility of homologous pituitary glands for spawning induction of the African. *Water SA*, 17(3), 237–243.
- Brown, C., & Laland, K. (2001). Social learning and life skills training for hatchery reared fish. *Journal of Fish Biology*, 59(3), 471–493. <https://doi.org/10.1006/jfbi.2001.1689>
- Cortes, J. (2022). *Induced Spawning Activity of African Catfish (Clarias gariepinus , BURCHELL 1822) Using Different Fish Pituitary Gland*. January 2018.
- Cortes, J. R. (2018). *Induced Spawning Activity of African Catfish (Clarias gariepinus , BURCHELL 1822) Using Different Fish Pituitary Gland*. 6(3).
- F. Lahnsteiner; F. Soares, L. R. M. T. D. (2009). - Egg quality determination in teleost fish. *Methods in Reproductive Aquaculture*, 171–202. <https://doi.org/10.1201/9780849380549-11>
- Farikhah, Yanuhar, U., Iranawati, F., & Zainuddin, M. (2017). Gejala Asimetris pada Lele Afrika *Clarias gariepinus* t a npa S irip Pektoral Hasil Budidaya di

Kolam An Evidence of Complete-Pectoral Fin Loss as a n Asymmetric Trait on African Catfish *Clarias gariepinus* Reared in Pond. *Jurnal Perikanan Universitas Gajah Mada*, 19(2), 67–74.

- Gadissa, S., & Prabha Devi, L. (2013). Evaluation of Spawning Induction of African Catfish (*Clarias gariepinus*) by Heteroplastic Hypophysation. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies IJFAS*, 1(1), 22–25.
- Gao, X., Li, M. Z., Lin, P. C., Duan, Z. H., & Liu, H. Z. (2013). Environmental cues for natural reproduction of the Chinese sturgeon, *Acipenser sinensis* Gray, 1835, in the Yangtze River, China. *Journal of Applied Ichthyology*, 29(6), 1389–1394. <https://doi.org/10.1111/jai.12363>
- Goto, R., & Saito, T. (2019). A state-of-the-art review of surrogate propagation in fish. *Theriogenology*, 133, 216–227. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.03.032>
- Jokhtan, G. E. (2013). Effect of Age of Spawmed Catfish (*Clarias Gariepinus*) Broodstock on Quantity of Eggs and Milt Produced and Growth Performance of Fry. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 5(3), 59–61. <https://doi.org/10.9790/2380-0535961>
- Moehl, J., Brummett, R., Kalende Boniface, M., & Coche, A. (2006). GUIDING PRINCIPLES FOR PROMOTING AQUACULTURE IN AFRICA: benchmarks for sustainable development. *Office*, 28, 122.
- Mylonas, C. C., Fostier, A., & Zanuy, S. (2010). Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *General and Comparative Endocrinology*, 165(3), 516–534. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2009.03.007>
- Nwachi, O. F., Irabor, A. E., Umehai, M. C., Omonigho, T., & Sanubi, J. O. (2023). Pattern of color inheritance in African catfish (*Clarias gariepinus*): an expression of a Mendelian law. *Fish Physiology and Biochemistry*. <https://doi.org/10.1007/s10695-023-01282-6>
- Okere, E. (2015). Evaluating the Efficacy of Pituitary Gland Extracts and Ovaprim in Induced Breeding and Fry Quality of *Clarias gariepinus*, Burchell (Pisces: Claridae). *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 4(2), 71. <https://doi.org/10.11648/j.aff.20150402.18>
- Olla, B. L., Davis, M. W., & Ryer, C. H. (1998). Understanding how the hatchery environment represses or promotes the development of behavioral survival skills. *Bulletin of Marine Science*, 62(2), 531–550.
- Onyia, U. L. ., Ochokwu, I. J., & Akume, C. P. (2016). Growth and Survival of Normal Coloured and Albino *Clarias gariepinus* and their Reciprocal Hybrids. *Nigerian Journal of Fisheries and Aquaculture*, 4(May), 22–27.
- Saviour, I., & Harry, E. (2019). *Comparative Growth Performance of two Strains of African Sharptooth Catfish , Catfish , Clarias gariepinus (normally*

Pigmented and Albino) Albino) fed Commercial Catfish Diets in Collapsible Tarpaulin Tanks. June 2017.

- Senthilkumaran, B., & Kar, S. (2021). Advances in reproductive endocrinology and neuroendocrine research using catfish models. *Cells*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/cells10112807>
- Shaleh, S. R. M., Shapawi, R., Estim, A., & ... (2019). Leveraging scientific knowledge in aquaculture for entrepreneurship-Case studies at Universiti Malaysia Sabah. ... *and Aquaculture*, 03(July), 25–32. <https://jurcon.ums.edu.my/ojums/index.php/BJoMSA/article/view/1563>
- Sharma, P., Purohit, S., Kothiyal, S., & Bhattacharya, I. (2024). Germ cell development in teleost gonads. *Aquaculture and Fisheries*, 9(3), 422–436. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2023.07.002>
- Taranger, G. L., Carrillo, M., Schulz, R. W., Fontaine, P., Zanuy, S., Felip, A., Weltzien, F. A., Dufour, S., Karlsen, Ø., Norberg, B., Andersson, E., & Hansen, T. (2010). Control of puberty in farmed fish. *General and Comparative Endocrinology*, 165(3), 483–515. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2009.05.004>
- Usman, M. B., Olukotun, O., Suleiman, R., Aasa, O. S., Apene, E., Obekpa, N. B., Rasheed, F. M., Afolabi, A. O., Okechalu, S. O., & Asuquo, J. N. (2021). Comparative Studies of Pituitary Gland Extract, Ovaprin Hormone and Cost Benefit on Hatchability and Fry Qualities of Catfish (*Clarias Gariepinus*). *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 118(10), 315–320. <https://doi.org/10.18551/rjoas.2021-10.36>
- Zohar, Y. (2021). Fish reproductive biology – Reflecting on five decades of fundamental and translational research. *General and Comparative Endocrinology*, 300, 113544. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2020.113544>
- Zohar, Y., Muñoz-Cueto, J. A., Elizur, A., & Kah, O. (2010). Neuroendocrinology of reproduction in teleost fish. *General and Comparative Endocrinology*, 165(3), 438–455. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2009.04.017>
- Zohar, Y., & Mylonas, C. C. (2001). Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: From hormones to genes. *Aquaculture*, 197(1–4), 99–136. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00584-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00584-1)