

# Biostimulasi Laserpunktur sebagai Rekayasa Reproduksi untuk Meningkatkan Potensi Ikan Lele



**Dyah Hariani | Pungky Slamet Wisnu Kusuma**



Jurusan Biologi  
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA  
2020

# **BIOSTIMULASI LASERPUNKTUR SEBAGAI REKAYASA REPRODUKSI UNTUK MENINGKATKAN POTENSI REPRODUKSI IKAN LELE**

PENULIS :

**DYAH HARIANI  
PUNGKY SLAMET WISNU KUSUMA**



# BIOSTIMULASI LASERPUNKTUR SEBAGAI REKAYASA REPRODUKSI UNTUK MENINGKATKAN POTENSI REPRODUKSI IKAN LELE

Penulis : DYAH HARIANI

PUNGKY SLAMET WISNU KUSUMA

© 2020

Diterbitkan Oleh:

 Penerbit  
**Zifatama Jawara**  
Jl. Taman Pondok Jati J4,  
Taman - Sidoarjo  
Telp : 031-99786278  
Email : zifatama1@gmail.com  
Anggota IKAPI No. 149/JTI/2014

Cetakan Pertama, Juni 2020

Ukuran/ Jumlah hal: 15,5 x 23 mm / viii+116 hlm

Layout : Emjy

Cover: Emjy

Bekerjasama dengan:



**UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU**  
**PENGETAHUAN ALAM**  
**JURUSAN BIOLOGI**  
**TAHUN 2020**

ISBN : 978-623-7748-14-4

Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang Ketentuan Pidana Pasal 112 - 119. Undang-undang Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta. Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

## K KATA PENGANTAR

Saat ini kesejahteraan masyarakat Indonesia semakin meningkat. Hal ini dapat dilihat dari kebutuhan masyarakat akan protein hewani setiap tahunnya semakin meningkat. Kesadaran manusia akan kesehatan dengan mengkonsumsi nutrisi yang protein hewani, antara lain dengan mengkonsumsi ikan baik ikan air tawar maupun ikan air laut.

Untuk pemenuhan kebutuhan masyarakat akan ikan dapat dipenuhi dari ikan hasil tangkapan maupun hasil budidaya. Di Indonesia, budidaya ikan konsumsi sudah banyak dilakukan dan terus berkembang terutama dalam budidaya ikan air tawar. Tentunya dalam budidaya ikan untuk pembesaran diperlukan benih ikan yang berkualitas dalam jumlah cukup dipasaran dan tersedia setiap saat. Untuk itu, diperlukan induk ikan yang berkualitas dalam kondisi matang gonad dengan jumlah memadai, sehingga induk ikan tersebut dapat siap dipijahkan setiap saat. Dengan demikian kontinuitas benih di pasaran tercukupi. Namun kenyataan dilapangan tidaklah demikian. Pembenh lele belum melakukan manajemen pakan yang baik. Biasanya induk ikan, seperti ikan lele diberi pakan untuk pembesaran ikan bukan pakan khusus untuk induk sehingga tidak kurang dapat memacu potensi reproduksi ikanya itu tidak dihasilkannya sel gonad jantan dan betina yang berkualitas.

Salah satu upaya untuk memicu potensi reproduksi induk lele dengan cara pemberian pakan dipadukan dengan induk sila serpunktur di titik reproduksi yang telah terbukti dapat mempercepat pematangan gonad sehingga induknya lebih cepat dipijahkan dan segera menghasilkan benih yang berkualitas.

Tujuan penulisan monografi ini dengan judul “Biostimulasi Laserpunktur Sebagai Rekayasa Reproduksi untuk Meningkatkan Potensi Reproduksi Ikan Lele” adalah untuk memberikan informasi bagi peneliti, penyuluh lapang, pembudidaya benih ikan, praktisi yang bergerak dalam dunia perikanan serta konservasi plasma nutfah.

Penulis ucapkan terimakasih kepada penyandang dana DRPM DIKTI yang telah memberikan grant PDUPT tahun 2018 dan 2019, buku Monograf ini sebagai salah satu luaran dari penelitian ini. Tak kalah pentingnya penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Prof.Dr.Agr. Mohamad Amin, S.Pd., M.Sidari Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang dan Dr. Ir. Moh Fadjar, M.Sc dari Jurusan Budidaya Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang yang telah menelaah buku Monograf ini hingga dapat diterbitkannya buku ini.

Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diperlukan untuk perbaikan dan menyempurnakan monografi ini.

Kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan buku monografi ini, kami ucapkan terimakasih. Semoga monografi ini bermanfaat dan memperluas pengetahuan dan wawasan bagi mereka yang membutuhkannya.

Surabaya , 5 April 2020

Penulis

# D AFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
II. BIOLOGI REPRODUKSI LELE.....	9
III. TEKNOLOGI LASERPUNKTUR SEBAGAI BIOSTIMULATOR BIOREPRODUKSI.....	17
IV. PELUANG DAN KENDALA PEMBENIH LELE MENYEDIAKAN INDUK LELE MATANG GONAD MENGUNAKAN TEKNOLOGI LASERPUNKTUR ...	23
V. INDIKATOR PEMATANGAN GONAD DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHINYA .....	31
VI. MEKANISME INDUKSI LASERPUNKTUR MEMPERCEPAT PEMATANGAN GONAD IKAN .....	51
VII. APLIKASI LASERPUNKTUR MEMPERCEPAT PEMATANGAN GONAD IKAN LELE DAN SYARAT SYARATNYA .....	55
VIII. PENUTUP .....	95
DAFTAR PUSTAKA.....	96
GLOSSARIUM .....	98
INDEKS.....	114

## D AFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Kondisi induk lele jantan dan betina matang gonad siap untuk dipijahkan .....	13
Gambar 2.	Ritual kawin ikan lele .....	15
Gambar 3.	Panjang gelombang dan maksimal keluaran power laser yang digunakan untuk biostimulasi organ reproduksi .....	19
Gambar 4.	Satu unit laserpunktur .....	21
Gambar 5.	Gonad induk lele matang .....	34
Gambar 6.	Induk lele diinduksi laser .....	34
Gambar 7.	Gonad lele jantan kelompok induksi laserpunktur matang gonad .....	34
Gambar 8.	Gonad lele jantan kelompok kontrol matang gonad .....	34
Gambar 9.	Power Laserpunktur .....	56
Gambar 10.	Probe Laserpunktur .....	56
Gambar 11.	Cara induksi laserpunktur di titik reproduksi pada ikan lele .....	58
Gambar 12.	Warna porous genitalis induk lele matang gonad .....	59
Gambar 13.	Kolam induk lele .....	60
Gambar 14.	Pengesatan kolam untuk mengambil induk lele ..	61
Gambar 15.	Penimbangan induk lele mengambil induk lele ...	61
Gambar 16.	Pakan khusus untuk induk lele .....	61
Gambar 17.	Pengamatan porus genitalis setiap induk lele .....	62
Gambar 18.	Induksi laserpunktur di titik reproduksi dan kepala dan sebagian badan induk lele ditutup	

dengan haduk basah ..... 62

Gambar 19. Kolam pemijahan, setelah induk memijah dan pengambilan induk. Telur menetas menjadi larva yang dipelihara dalam kolam tersebut ..... 64

## D AFTAR TABEL

Tabel 1. Letak titik induksi, durasi laser pada induk lele... 19

Tabel 2. Kematangan Gonad Induk Lele Jantan dengan indicator TKG dan GSI ..... 33

Tabel 3. Efek induksi laserpunktur terhadap morfometrik gonad induk lele jantan selama penelitian berlangsung..... 47



# I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Pangan adalah salah satu kebutuhan pokok masyarakat dunia karena pangan sangat diperlukan oleh semua orang yang ada di bumi ini dan harus tersedia setiap saat dalam jumlah cukup agar ketercukupan nutrisi terpenuhi. Seperti kita ketahui bahwa pesatnya pertumbuhan populasi manusia tidak sebanding dengan pertumbuhan produktivitas pangan. Hal ini akan berdampak pada ketahanan pangan (Godfray *et al.* 2010; Godfray and Garnett, 2014). Oleh karena itu *Sustainable Development Goals* (SDGs) dari *United Nations* mencanangkan sampai tahun 2030 *Zero Hunger* di dunia ini harus tercapai. Untuk mencapai tujuan tersebut, maka semua komponen masyarakat di dunia harus memaksimalkan potensi sumber daya alam baik yang berasal dari daratan, lautan dan perairan air tawar maupun air payau, pertanian, lingkungan beserta komponen lainnya. Tujuannya agar penyediaan pangan yang cukup dengan harga terjangkau dalam menunjang kesehatan masyarakat dan sebagai ujung tombak ketahanan serta keamanan pangan yang berkelanjutan (FAO, 2018; FAO,2019).

Ketahanan pangan yang berkelanjutan sangat diperlukan oleh masyarakat di muka bumi ini. Oleh sebab itu, diperlukan sistem intervensi terpadu harus didukung oleh penelitian transdisipliner dan inovasi teknologi berguna untuk memperbaiki kerangka kerja agar terjadi keseimbangan permintaan pangan dengan nutrisi yang baik

dalam menunjang kesehatan manusia dan ketersediaan pangannya (Cole *et al.* 2018). Ikan merupakan salah satu komponen yang sangat penting dari diet sebagai sumber protein hewani kaya akan nutrisi dan mudah dicerna dan diserap serta diedarkan ke seluruh tubuh. Di samping itu harganya juga relatif murah dan mudah mendapatkannya (Musa *et al.* 2012; FAO, 2014; Kobayashi *et al.*, 2014).

Negara Indonesia merupakan salah satu negara maritim yang dikelilingi oleh beribu-ribu pulau yang sangat potensial sebagai sumber penyedia ikan dan non-ikan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan protein hewani. Namun demikian, masyarakat harus bijaksana dalam memanfaatkannya berlandaskan pada kearifan lokal melalui teknologi yang ramah lingkungan agar keberlanjutan ikan terjaga dan berlangsung terus menerus. Di samping itu, pemerintah Indonesia juga memberikan larangan bagi nelayan ikan dengan menggunakan kapal-kapal asing untuk mengambil ikan dan non-ikan di wilayah teritorial Indonesia. Hal ini sudah diberlakukan sejak 9-10 tahun yang lalu dengan menenggelamkan kapal-kapal asing yang melanggarnya. Semua ini merupakan upaya pemerintah Indonesia untuk kesejahteraan rakyatnya agar pasokan ikan dan non-ikan hasil tangkapan tetap berlangsung dan terjaga. Nelayan-nelayan di Indonesia juga dilarang mengambil ikan seperti menggunakan kapal pukat harimau. Dengan demikian, agar ketersediaan ikan dan non-ikan dengan ukuran benih, ukuran konsumsi sampai ukuran induk yang ada di lautan terjadi keseimbangan. Namun, kenyataannya di lapangan masih banyak nelayan yang melanggarnya. Akan tetapi, tidak sebanyak di dekade-dekade sebelumnya. Di samping itu, masih sering dijumpai penangkapan besar-besaran pada ikan dan non-ikan di laut yang bernilai ekonomis tinggi dengan ukuran masih belum memenuhi syarat untuk dijadikan sebagai ikan konsumsi. Hal ini

masih sering di jumpai di pasar tradisional maupun pasar modern. Untuk itu perlu dicarikan solusi antara lain dengan cara ikan-ikan dan non-ikan yang tertangkap dan belum memenuhi syarat untuk di jual perlu dilakukan pembesaran melalui jaring apung yang tersebar di sepanjang pesisir. Di samping itu, diperlukan upaya dengan cara melalui perikanan budidaya agar kebutuhan protein hewani berasal dari ikan dan non-ikan kaya akan sumber protein dan lemak esensial, mineral-mineral juga vitamin-vitamin bagi tubuh manusia segera terpenuhi.

Pemerintah Indonesia tidak dapat mengandalkan kebutuhan pangan berasal dari hasil perikanan tangkap walaupun jumlahnya sudah ditingkatkan, ada kecenderungan jumlahnya semakin menurun. Untuk itu, perikanan budidaya (akuakultur) sebagai ujung tombak untuk pemasok kebutuhan pangan berasal dari protein hewani.

Saat ini produksi perikanan budidaya telah melampaui hasil tangkapan untuk memenuhi konsumsi manusia (Godfray *et al.*, 2010; World Bank 2014; Golden *et al.*, 2016, 2017; McIntyre *et al.*, 2016). Produksi akuakultur secara global pertumbuhannya terus meningkat, sedangkan produksi ikan hasil tangkapan cenderung stagnan. Dengan demikian, produksi akuakultur sebagai satu-satunya harapan untuk memenuhi permintaan ikan ke depannya. Untuk mencapai tujuan tersebut, perlu dilakukan melalui industrialisasi akuakultur melibatkan budidaya banyak spesies ikan baik yang berasal dari ikan air tawar, air payau maupun air laut. Hal ini dapat diwujudkan oleh pemerintah melalui Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) melaporkan bahwa pertumbuhan rata-rata produksi ikan budidaya kuartal I-III tahun 2015-2018 dengan komoditas tertinggi adalah Gurame 68,15 %, Lele 56,32 %, Patin 31,76 %, Udang 30,02 % dan

Nilai 7,62%.

Diantara spesies ikan air tawar yang penting adalah ikan lele (Kassam, 2014; Keremah and Esquire, 2014; FAO, 2016; Artemenkov *et al.*, 2017; Mukhitova *et al.*, 2017; Dauda *et al.*, 2018). Untuk produksi ikan lele pada kuartal I-III tahun 2017-2018 naik dari 841,75 ribu ton menjadi 1,81 juta ton (114,82 %) (BPS, 2018). Walaupun produksi ikan budidaya setiap tahunnya ditingkatkan, namun kecepatan produksi ikan budidaya tidak sebanding dengan pertumbuhan populasi manusia. Untuk itu perlu dicarikan solusi melalui teknologi tepat guna murah, mudah aplikasikasinya dengan memanfaatkan teknologi laserpunktur.

Teknologi laserpunktur adalah teknologi semi modern selain dengan pendekatan molecular yang telah diketahui banyak memberikan manfaat untuk penyediaan induk lele matang gonad (Kusuma *et al.*, 2015). Hal ini terkait dengan ketersediaan induk matang gonad dan benih lele sepanjang tahun. Hasil penelitian ini diungkapkan oleh Yusuf *et al.* (2015) bahwa ketersediaan induk matang gonad sepanjang tahun penting untuk memastikan pasokan ikan yang konstan. Dalam budidaya ikan, ketersediaan induk dengan kondisi matang gonad siap dipijahkan dalam jumlah banyak sangatlah diperlukan, sehingga segera didapatkan benih dan dibesarkan menjadi fingerling sampai siap dikonsumsi dalam jumlah cukup agar keberlanjutannya usaha tersebut dapat berjalan normal.

Laser terbukti dapat mempercepat pematangan gonad (Kusuma and Hariani, 2017). Pematangan gonad dipengaruhi oleh faktor hormonal (Zohar *et al.* 2010; Ajaji *et al.* 2018). Perkembangan gonad perlu diperhatikan untuk memudahkan penanganan reproduksi ikan agar tepat untuk memijahkan dan sebagai sarana kontrol yang efisien dan paling sederhana dengan mengobservasi

morfologi gonadnya (Taranger *et al.*, 2010; Salmito-Vanderley *et al.*, 2015). Di samping itu, keberhasilan peningkatan produksi induk dan benih lele berkualitas tidak terlepas dari ketersediaan induk lele matang gonad berkualitas dalam jumlah cukup dan tersedia setiap saat. Namun, untuk mendukung ketersediaan induk dan benih yang banyak ini perlu dilakukan pemberian pakan induk dan benih berkualitas.

Peran bioteknologi dalam upaya penyediaan induk dan benih berkualitas perlu didukung oleh teknologi pendamping seperti perbaikan kualitas pakan agar di dalam pelaksanaannya lebih efisiensi. Hal inilah diharapkan oleh pembudidaya ikan yang bergerak di bidang pembenihan dan pembesaran ikan lele, karena diketahui bahwa selama ini dalam budidaya lele pengeluaran terbesar berasal dari sektor pakan. Hal ini didukung oleh Izquierdo *et al.* (2001); Adewumi *et al.* (2005); Soto *et al.* (2008); Morgan (2008); Direktur Jenderal Perikanan Budidaya KKP (2013); Aliniya *et al.* (2013); Kusuma *et al.* (2018a), Kusuma and Hariani (2018); Saho *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa untuk meningkatkan produksi ikan lele dapat diupayakan dengan cara melakukan perbaikan manajemen budidaya lele, breeding dan feeding sehingga diharapkan dapat meningkatkan produktivitasnya. Namun pada kenyataannya di lapangan, tidaklah demikian. Eyo *et al.*, 2012; Hariani, 2015; Kusuma and Hariani, 2019), seperti kualitas induk dan manajemen pakan induk lele kurang mendapatkan perhatian khusus sehingga akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas benih

Peningkatan produksi ikan khususnya pada ikan lele tidak terlepas dari permasalahan utama dalam budidaya ikan, misalnya kualitas benih di pasaran menurun akibat penggunaan induk hasil inbreeding dan pakan yang digunakan untuk pembesaran lele bukan

untuk pakan khusus induk, juga ketersediaan induk berkualitas dalam kondisi matang gonad dalam jumlah cukup yang tersedia setiap saat belum dapat terpenuhi. Salah satu upaya yang dapat dilakukannya untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan teknologi laserpunktur dipadukan dengan pemberian pakan berkualitas sebagai biostimulator reproduksi yaitu dapat meningkatkan potensi reproduksi seperti: mempercepat pematangan gonad, yang pada akhirnya dapat mempercepat induk lele dipijahkan, dapat segera menghasilkan benih berkualitas dan banyak.

Penerapan teknologi tersebut pada proses produksi ikan lele secara nyata telah mampu meningkatkan produktivitas benih lele.

Dalam monograf ini akan dibahas menjadi enam topik sebagai berikut.

1. Biologi reproduksi penting diperhatikan oleh pembenih ikan
2. Teknologi laserpunktur dapat digunakan sebagai biostimulator bioreproduksi
3. Peluang dan kendala pembenih dalam menyediakan induk lele matang gonad dengan menggunakan teknologi laserpunktur
4. Mekanisme induksi laserpunktur pada titik reproduksi dapat mempercepat pematangan gonad
5. Indikator yang dapat digunakan untuk menentukan kematangan gonad pada induk lele dan faktor-faktor yang mempengaruhinya
6. Aplikasi laserpunktur untuk mempercepat pematangan gonad ikan lele dan syarat-syaratnya

Adapun nilai kebaruaran dalam monograf ini adalah pemberian induksi laserpunktur di titik reproduksi selama 15 detik dipadukan dengan pemberian pakan berkualitas dapat mempercepat

pematangan gonad dimana ovum maupun spermatozoa yang matang dapat dikeluarkan serentak.



## II.

**BIOLOGI REPRODUKSI LELE****a. Reproduksi Induk Lele**

Yang dimaksud dengan reproduksi ikan adalah kemampuan individu ikan untuk menghasilkan keturunan sebagai upaya dalam melestarikan jenisnya atau kelompoknya, sedangkan aktivitas reproduksi pada setiap jenis ikan seperti pada ikan lele berbeda-beda tergantung pada kondisi lingkungannya (Fujaya, 2004). Dengan mengetahui biologi reproduksi lele sangat penting untuk mengembangkan budidayanya.

Pengembangan budidaya lele berfokus pada pembenihan, agar sustainable, bila jumlah induk dalam kondisi matang siap dipijahkan tersedia cukup dan setiap saat tersedia. Untuk mendukungnya, pembenih lele harus faham betul tentang bioreproduksi sehingga pembenih dapat melakukan manajemen induk dengan baik, seperti kapan induk diberi pakan berkualitas agar induk cepat matang gonad dan siap dipijahkan, merawat larva sampai menjadi benih dan ikan siap dikonsumsi. Di samping itu, pembenih lele harus mengetahui faktor-faktor pendukung dan penghambat faktor reproduksi lele yang dibudidayakan. Seperti bagaimana mengatur kondisi lingkungan budidaya jika kondisi lingkungannya tidak mendukungnya. Begitu pula pada kondisi pancaroba, banyak dijumpai induk lele yang tidak mau memijah. Kalau pun pembudidaya ingin memijahkan induknya, perlu dicarikan cara bagaimana mengatur kondisi perairan budidaya tersebut agar perubahan suhu perairan saat suhu ekstrim tinggi dan

ekstrim rendah tidak lebih dari 3°C. Tujuannya adalah induk tetap mau memijah sehingga proses pemijahan tidak ada hambatan. Untuk itulah diperlukan pengetahuan bagi seorang pembudidaya mengetahui lebih banyak tentang biologi reproduksi untuk pembenih lele.

Pada umumnya lele memiliki sepasang gonad terletak pada bagian posterior rongga perut, tepatnya di sebelah bawah ginjal. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI):01-6484.3-2000 disebutkan bahwa kriteria reproduksi untuk induk pokok (*parent stock*) ikan lele jantan adalah berumur 8-12 bulan dengan panjang badan standar 40 – 45 cm dan bobot badan pertama kali matang gonad 500-750 g/ekor. Induk lele matang gonad pertama kali dicapai pada umur 12 – 15 bulan dengan panjang standar 38 – 40 cm dan bobot badannya 400 – 500 g/ekor dan jumlah oosit matang yang dihasilkan 50.000 – 100.000 butir/kg bobot tubuh serta diameter telurnya 1,4 – 1,5 mm.

Induk lele sebelum dipijahkan terlebih dahulu perlu diperhatikan keadaan morfologi tubuh luarnya. Untuk induk lele betina matang gonad siap dipijahkan atau *spawning* memiliki kriteria : perut tampak membesar dan bila diraba terasa lembut, kulit di bagian perut tipis, porous genitalnya membengkak dan berwarna merah tua sampai ungu kehitaman. Apabila bagian genital ditekan secara perlahan atau istilahnya di *stripping* akan ke luar beberapa butir oosit (telur) yang ukurannya seragam dengan bergaris tengah 1-1,6 mm dan warnanya coklat kekuningan-bening serta terpisah satu sama lain atau berwarna hijau kecoklatan. Selanjutnya kriteria untuk induk lele jantan matang gonad yang siap dipijahkan adalah : bentuk tubuhnya lebih ramping, lurus dan padat dibandingkan lele betina, pada porous genitalisnya menonjol dan agak meruncing

yang berwarna putih kemerah – merahan sampai keunguan. Warna kulitnya lebih mengkilap dan gerakan lele jantan lebih lincah, gesit, dan agresif dibandingkan dengan induk lele betina (Yalçin, 2001; Puvaneswari et al., 2009).

Di samping itu, umumnya pembenih lele menggunakan umur minimal untuk induk jantan yang pertama kali dipijahkan yaitu berumur sekitar satu tahun dengan bobot tubuh minimal 1 kg. Tubuh induk jantan tersebut tidak memiliki banyak lemak sehingga terlihat ramping. Pada porous genital atau ujung tonjolan pada kelaminnya terlihat berwarna putih kemerah – merahan sampai keunguan. Adapun persyaratan yang harus dipenuhi untuk induk lele betina sebaiknya berumur minimal 1,5 tahun dengan bobot badan minimal 1,5 kg. Tubuhnya membulat dan berlemak, serta perut terlihat melebar dan lunak. Warna porous genital atau di sekitar lubang kelamin induk betina berwarna kemerahan sampai keunguan. Apabila diurut atau di *stripping* dibagian perut akan keluar telur dari kelaminnya berwarna kuning kehijauan.

Itulah kriteria reproduksi induk lele yang perlu difahami oleh seorang pembenih agar benih hasil pemijahan induk lele berkualitas baik. Selain itu, perlu diketahui oleh seorang pembenih lele dalam melakukan seleksi. Seleksi induk lele melalui tahapan-tahapan yaitu:

1. Memilih induk berasal dari indukan bersertifikat;
2. Mempunyai prestasi produksi tinggi seperti :
  - a. berat badan dan panjang badan seragam
  - b. jumlah telur yang dihasilkan banyak
  - c. daya tetasnya tinggi
  - d. kelangsungan hidupnya tinggi

- e. benih yang dihasilkan pertumbuhannya cepat
  - f. tahan terhadap penyakit.
3. Di samping itu memilih induk dalam kondisi siap dipijahkan merupakan salah satu hal yang terpenting dalam kegiatan pembenihan ikan.

Kriteria-kriteria tersebut sebagai standar operasional prosedur (SOP) bagi seorang pembenih agar ke depannya tidak merugi dan tetap melakukan pembenihan secara terus menerus. Selain SOP yang harus diketahui dalam menyeleksi induk, seorang pembenih lele harus mengetahui siklus pematangan gonad induk lele. Hal ini diperlukan karena dengan mengetahui siklus pematangan gonad, pembenih dapat mengatur kapan induk tersebut dapat dipijahkan. Selain pengetahuan SOP yang telah diketahui seorang pembudidaya dituntut untuk mengetahui tahapan perawatan induk setelah induk dipijahkan.

Tahapan perawatan induk lele setelah induk dipijahkan diantaranya adalah kedua induk lele diambil dan dipindahkan ke kolam induk semula dan induk dipisahkan berdasarkan jenis kelaminnya dengan tujuannya memudahkan penanganan dan cepat pemulihannya (*recovery*). Selanjutnya induk diberi pakan yang berkualitas agar induk pertumbuhan dan perkembangan gonad berjalan dengan cepat serta induk cepat matang gonad siap dipijahkan dengan kualitas gonad yang baik.



Gambar 1. Kondisi induk lele jantan dan betina matang gonad siap untuk dipijahkan (Sumber: Elsa Farm)

#### b. Pemijahan Lele

Lele merupakan pemijah (*spawner*) yang puncak kematangan gonadnya terjadi pada musim penghujan (Kelly, 2004). Jenis pemijahan lele adalah *synchronous* berkelompok (ek and Yilmaz, 2007). Induk lele dapat menghasilkan oosit (telur) dan sperma sepanjang tahun.

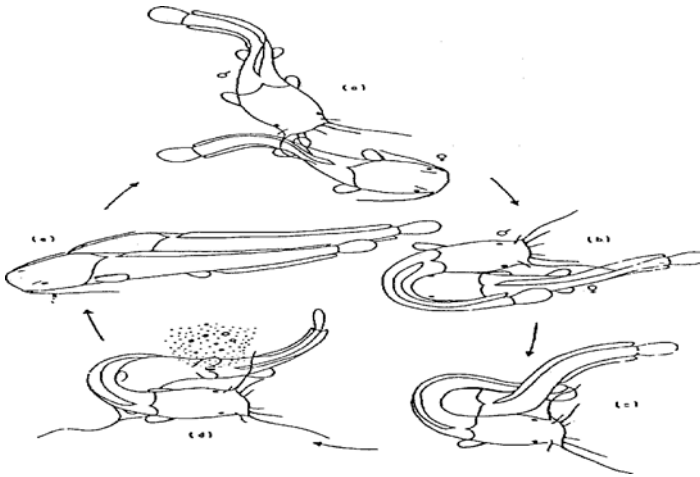
Induk lele betina dan jantan yang sudah siap untuk dipijahkan, diletakkan dalam kolam pemijahan terbuat dari kolam semen atau kolam terpal di pagi hari. Pada umumnya, lele memijah malam hari sampai dengan dini hari jam (20.00-02.30) dengan melakukan serangkaian ritual pemijahan. Induk lele betina melepaskan telur bersamaan waktunya dengan pelepasan sperma diikuti oleh desir kuat dari ekor betina untuk mendistribusikannya ke wilayah tempat induk lele memijah. Pasangan ini biasanya beristirahat setelah memijah (dari detik sampai beberapa menit). Kemudian melanjutkan untuk memijah kembali. Telur terfertilisasi terkumpul di dasar sarangnya

(kakaban). Setelah induk memijah, induk diambil dan diletakkan kembali ke kolam induk semula. Sebaiknya induk lele jantan maupun induk lele betina diletakkan pada kolam yang berbeda. Telur-telur yang dibuahi (difertilisasi) dipelihara di kolam pemijahan sampai menetas dan berkembang menjadi larva. Suhu ideal untuk penetasan telur dan larva lele adalah 26-30°C (Soetomo, 2000; Oyelese, 2006).

Selanjutnya sel telur terfertilisasi akan menetas apabila kondisi lingkungan mendukungnya. Keberhasilan penetasan telur terfertilisasi berkaitan dengan kondisi lingkungan seperti suhu. Penetasan terjadi antara 23 - 48 jam setelah fertilisasi dengan suhu optimal 26°C-30°C (Oyelese, 2006). Penetasan telur terfertilisasi tergantung pada suhu perairan budidaya. Perkembangan larva cepat dan larva mampu berenang dalam waktu 35-72 jam setelah terjadi fertilisasi. Penyerapan *yolk* (kuning telur) oleh larva berakhir dalam waktu tiga hari setelah menetas dan pada hari ke-7 akan terjadi perubahan larva menjadi benih (Soetomo, 2000; Yalçın, 2001; Kelly, 2004).

### c. **Tingkh laku Memijah (*Behavior Spawning*)**

Lele jantan-betina saat memijah membentuk pasangan yang keduanya agresif. Courtship dan pemijahan terjadi di perairan dangkal, selanjutnya pasangan lele jantan dan betina tersebut terisolasi. Postur pemijahan lele membentuk amplexus yaitu lele jantan membentuk huruf U dengan posisi melengkung disekitar kepala betina dalam waktu beberapa detik (Kusuma, 2013).



Gambar 2. Ritual ikan lele memijah (*Clarias sp*) (Bruton, 1979)

Tingkah laku induk lele memijah dipengaruhi oleh faktor eksternal dan internal. Faktor eksternal seperti perubahan suhu, fotoperiod, datangnya air baru, adanya lawan jenis dalam satu kolam, *petrichort*, feromon. Di samping itu faktor internal juga berpengaruh seperti aktivitas endokrin dan neuroendokrin sebagai faktor pendorong dan penghambat hormon gonadotropin. Kondisi lingkungan ini akan mempengaruhi kontrol endokrin untuk menghasilkan hormon yang mendukung proses perkembangan gonad dan pemijahan. Pada akhirnya akan berpengaruh terhadap pematangan gonad, spermiasi dan ovulasi (Stacey, 1984).

Berbagai cara yang dapat dilakukan oleh pembudidaya lele untuk merangsang pematangan gonad dan pemijahan lele, diantaranya adalah pemberian hormon eksogen misalnya dengan menyuntikkan ekstrak hipofisa. Pada dasarnya, upaya ini dilakukan untuk menambah konsentrasi hormon gonadotropin dalam darah

sehingga mampu menginduksi pematangan gonad, ovulasi, spermiasi dan pemijahan (Rustija, 2004). Seperi penyuntikan HCG (*Human Chorionic Gonadotropin*), LHRH-a (*Luteinizing Hormone Releasing Hormone-analog*), Ovaprim (Satyani dkk, 2008) dan Oodev (Dhewantara dan Rahmatia, 2019).



## TEKNOLOGI LASERPUNKTUR SEBAGAI BIOSTIMULATOR BIOREPRODUKSI

Di era milenia ini, perkembangan teknologi sangat pesat sekali seperti di bidang telekomunikasi, kesehatan, industri, transportasi, pertanian, peternakan maupun perikanan. Penerapan teknologi tepat guna untuk pengembangan usaha budidaya ikan dan non-ikan, khususnya pembenihan (*hatchery*) ikan lele belum tersebar secara luas pada masyarakat, walaupun itu ada mungkin sudah terlambat dan merupakan teknologi lama yang telah banyak digunakan. Oleh karena itu, di dalam kajian pokok bahasan biostimulasi laserpunktur sebagai rekayasa reproduksi untuk meningkatkan potensi reproduksi ikan lele. Dalam hal ini penulis ingin mengungkap lebih luas lagi tentang teknologi tepat guna untuk mempercepat penyediaan induk (*broodstock*) dan benih ikan lele secara massal dan kontinyu dalam menunjang keberhasilan, keberlanjutan dan perkembangan budidaya ikan lele pada masyarakat. Salah satu teknologi yang dapat diaplikasikan di bidang perikanan dengan menggunakan teknologi laser (Kusuma, 2013).

Laser kepanjangan dari *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* yang merupakan penguatan cahaya dari energi gelombang elektromagnetik. Laser adalah penguatan cahaya dari energi gelombang elektromagnetik pendek yang dapat menimbulkan biostimulasi pada jaringan biologi. Di sini jenis laser yang digunakan di bidang perikanan adalah jenis laser gelombang pendek (*soft laser*)

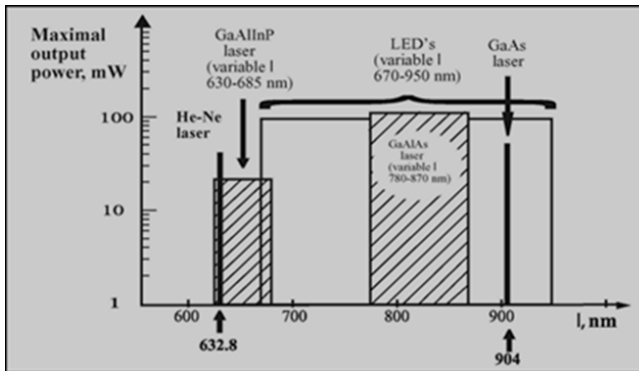
(Chester *et al.*, 1991; Chaves, 2014).

Berdasarkan sifat laser dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu *hard laser* dan *soft laser*. *Hard laser* biasanya digunakan untuk persenjataan, pemotongan besi atau baja dan lain-lainnya, sedangkan jenis *soft laser* adalah Helium-Neon (He-Ne) yang digunakan dalam bidang kesehatan termasuk akupunktur (Cummings *et al.*, 2001).

Berdasarkan kajian teori tentang laser, maka yang dimaksud dengan laser pada kajian ini adalah laser akupunktur atau laserpunktur.

Laserpunktur He-Ne memiliki karakteristik tersendiri yaitu : berdaya dan berkekuatan (4-5 mW) yang mempunyai luaran luas cahaya 0,2 cm<sup>2</sup> dengan panjang gelombang yang dihasilkan sebesar 632,8 nm. Panjang gelombang yang dihasilkan sebesar 632,8 nm ini masih dalam kisaran aman untuk biostimulasi reproduksi pada ikan dan non-ikan.

Panjang gelombang dapat dikatakan aman sebagai biostimulasi organ biologi, apabila laser mempunyai kisaran 600-900 nm (Karu, 2000; Koutna *et al.*, 2003). Gambar 3 berikut ini pembaca dapat mengetahui jenis laser yang dapat dimanfaatkan manusia sebagai biostimulasi juga dapat digunakan untuk biostimulasi reproduksi ikan dan non-ikan yang bermanfaat untuk mempercepat pematangan gonad (betina maupun jantan) dan terutama ovum maupun spermatozoa yang dalam kondisi matang, akan serentak dikeluarkan. Dengan demikian akan memperpendek siklus reproduksi ikan seperti pada ikan lele.



Gambar 3. Panjang gelombang dan maksimal luaran daya laser yang digunakan untuk biostimulasi organ reproduksi (Karu, 2000)

Pemberian induksi laserpunktur berdaya rendah di titik reproduksi pada ikan sifatnya spesies spesifik artinya seperti spesies lele letak titik induksi lasernya di 2/3 ventral tubuh dan waktu pengulangan induksi laserpunktur 7, atau 15 sekali. Letak titik reproduksinya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Letak titik induksi, durasi laser pada induk lele

Spesies	Letak titik induksi laser	Durasi Induksi	Waktu induksi laser setiap (hari)
Induk lele betina <sup>1,2</sup>	2/3 bagian dari ventral tubuh	15 detik	7 hari sekali
Induk lele jantan <sup>3</sup>	2/3 bagian dari ventral tubuh	15 detik	15 hari sekali

Sumber : Kusuma dkk<sup>1</sup> (2007) ; Hariani<sup>2</sup> (2015); Hariani dkk<sup>3</sup>(2018)

Kusuma (2000) telah berhasil menemukan letak titik reproduksi dan siklus reproduksi pada ikan nila hitam varietas GIFT (*Genetic Improvement Farmer Tilapia*) betina yang baru memijah pertama kali. Jika ikan nila hitam varietas GIFT di induksi

laserpuktur selama 6 detik pada titik reproduksi tepatnya pada 1/3 bagian ventral tubuh dengan satu kali penembakan dapat memberi pengaruh optimal terhadap waktu pematangan gonad menjadi lebih pendek yaitu tingkat kematangan gonad (TKG IV) dicapai dalam waktu 10 hari dan ikan siap untuk dipijahkan, sehingga dalam waktu 30 hari ikan nila dapat berpijah tiga kali. Loshin dan Ibrahim 1988) menegaskan bahwa dalam kondisi alami ikan nila memijah dalam waktu 30 harian.

Pengembangan dari penelitian Kusuma (2000) dicobakan pada ikan lele (*Clarias sp*). Hasil yang didapat adalah kelompok kontrol dalam waktu 10 minggu terlihat tingkat kematangan gonad (TKG I) yang menunjukkan ikan lele belum siap untuk dipijahkan. Pada kelompok yang diinduksi laserpunktur selama 15 detik tepatnya di 2/3 bagian ventral tubuh dengan frekuensi penembakan sekali dalam seminggu memberi pengaruh optimal. Dalam waktu 15 hari dicapai TKG IV . Pada kondisi TKG IV induk lele siap untuk dipijahkan (Kusuma *et al.*, 2007).

Efek yang timbulkan akibat induksi laserpunktur pada induk lele di titik reproduksi dapat meningkatkan aktivitas enzim (Hunt *et al.*, 2009; Hashmi *et al.*, 2010; Ross *et al.*, 2015) maupun hormon (Kert and Rose, 1989; Karu, 2000). Hormon yang telah dipantau sementara ini seperti hormon gonadotropin yaitu gonadotropin Hormon (GtH-I dan GtH-II) (Kusuma, 2013) dan hormon Androgen Biding Protein (ABP) dan Testosteron pada induk ikan lele jantan meningkat (Hariani *et al.*, 2018: 2019).

Induksi laserpunktur He-Ne pada ikan nila di titik reproduksi tepatnya di 1/3 bagian ventral tubuh selama 6 detik dengan frekuensi induksi satu kali perminggu dapat meningkatkan nilai Gonado Somatic Index (GSI) (Kusuma, 2000). Hal yang sama juga

dilakukan pada induk lele yang pertama kali memijah, namun titik induksi lasernya berbeda dengan ikan nila yaitu di titik reproduksi pada induk lele jantan tepatnya di 2/3 bagian ventral tubuh selama 15 detik adalah yang optimal untuk merangsang potensi reproduksi dari gonad lele. Salah satu indikator pematangan gonad adalah GSI. Induk lele baik betina maupun jantan yang diinduksi laserpunktur nilai GSI-nya lebih tinggi dibandingkan dengan yang tanpa diinduksi laserpunktur (Hariani, 2015, Hariani *et al.*, 2018; Kusuma *et al.*, 2018). Hal ini merupakan pembuktian bahwa aktivitas seluler terjadi pada titik reproduksi yang diinduksi oleh laserpunktur (Pryor, 2011).



Gambar 4. Satu unit laserpunktur (Kusuma, 2000).



# IV.

## PELUANG DAN KENDALA PEMBENIH LELE MENYEDIAKAN INDUK LELE MATANG GONAD MENGUNAKAN TEKNOLOGI LASERPUNKTUR

### 4.1. PELUANG

Ikan lele (*Clarias sp*) merupakan salah satu komoditas perikanan air tawar penting di Indonesia yang banyak dibudidayakan. Hal ini disebabkan cara budidayanya mudah, tahan terhadap kualitas perairan relatif rendah, dapat dibudidayakan dengan padat penebaran tinggi, kandungan gizi relatif tinggi dan disukai oleh semua kalangan dan banyak orang yang membudidayakan lele.

Budidaya ikan lele mempunyai potensi dan prospek dalam mendukung program diversifikasi pangan berasal dari ikan dengan kandungan gizinya tinggi sebagai salah satu sumber protein hewani yang sangat dibutuhkan oleh manusia untuk menunjang kesehatan dan ketahanan pangan.

Dalam rangka mewujudkan ketahanan pangan berkelanjutan, Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) bahwa pertumbuhan rata-rata produksi ikan budidaya kuartal I-III tahun 2015-2018 dengan komoditas tertinggi adalah Gurame 68,15%, Lele 56,32%, Patin 31,76%, Udang 30,02% dan Nila 7,62%. Selanjutnya dilaporkan bahwa untuk produksi ikan kuartal I-III tahun 2017-2018 yakni Lele naik dari 841,75 ribu ton menjadi 1,81 juta ton (114,82%) (KKP,

2018). Total produksi perikanan budidaya 17,22 juta ton sampai dengan TW IV 2017 (Badan Pusat Statistik, 2017).

Salah satu spesies komoditas mempunyai nilai ekonomis tinggi yang dapat menjangkau daerah lebih luas dan tidak memiliki garis pantai adalah lele. Peningkatan produktivitas ikan terutama ikan lele juga diikuti oleh tingginya konsumsi lele. Peningkatan produktivitas lele ini karena keikutsertaan pemerintah dalam pemberian teknologi dalam budidaya lele seperti keberhasilan program Bioflok, yaitu budidaya intensif lele yang ada di dalamnya terdapat seperangkat alat sirkulasi udara dan pemberian probiotik secara kontinu. Budidaya lele dengan sistem bioflok ini sudah diterapkan ke masyarakat dan pondok pesantren di daerah pelosok dan pedalaman (KKP, 2018).

Keberhasilan peningkatan produksi lele ini tidak lepas dari ketersediaan induk lele matang gonad yang berkualitas dalam jumlah cukup dan tersedia setiap saat. Peningkatan produksi ikan lele harus bersinergi dengan upaya efisiensi, seperti peningkatan mutu dan keamanan hasil perikanan serta budidaya ramah lingkungan agar usaha budidaya ikan khususnya ikan lele dapat berkelanjutan (Boto *et al.*, 2013; Prein *et al.*, 2012; Brück and Errico, 2019). Peran Bioteknologi dalam upaya penyediaan induk dan benih unggul, efisiensi penggunaan pakan, serta menjaga kualitas perairan dilakukan melalui modernisasi proses budidaya yang harus menjadi bagian integral dari pengembangan perikanan budidaya untuk menghasilkan nilai tambah dan meningkatkan daya saing (Soto *et al.*, 2009; Direktur Jenderal Perikanan Budidaya KKP, 2013; Kusuma *et al.*, 2018).

Dipertegas oleh Dirjen Perikanan Budidaya KKP bahwa untuk memajukan industri akuakultur perlu diwujudkan tujuh kebijakan yang menjadi skala prioritas pemerintah Indonesia yaitu (1)

pengembangan sistem produksi perbenihan ikan, (2) pengembangan sistem produksi pembudidayaan ikan (3) pengembangan sistem prasarana dan sarana budidaya, (4) pengembangan sistem usaha pembudidayaan ikan, (5) pengembangan sistem kesehatan ikan dan lingkungan, (6) peningkatan dukungan manajemen dan pelaksanaan tugas teknis lainnya di Ditjen Perikanan Budidaya, (7) pengawalan dan penerapan teknologi terapan adaptif perikanan budidaya. Dalam pelaksanaan strategi untuk pengembangan budidaya ikan dapat melalui industrialisasi perbenihan dan sistem produksi pembudidayaannya dapat ditingkatkan serta mempunyai daya kompetitif berlandaskan pada ilmu pengetahuan. Industrialisasi akuakultur ini mempunyai peranan sangat vital sebagai ujung tombak untuk menopang kebutuhan masyarakat akan ikan sebagai sumber utama protein hewani. Hal ini dapat mempercepat produksi perikanan nasional berorientasi pada trend pasar global dan lokal.

Realisasi program prioritas KKP tahun 2017 pada perikanan budidaya sebagai berikut. 137,49 juta bantuan benih ikan; 40,07 juta *restocking* benih ikan; 802 bantuan sarana dan prasarana budidaya; 200 paket sarana pakan mandiri; 40 paket pakan alami; 11 lokasi revitalisasi tambak/kolam; 2014 paket bioflok; 3.300 ha asuransi usaha budidaya. Indikator kinerja utama KKP tahun 2018 dimana produksi perikanan budidaya sebesar 24,08 juta ton. Realisasi program prioritas KKP tahun 2018 untuk perikanan budidaya bantuan benih ikan sebesar 155 juta, produksi induk unggul 425 ribu ekor, asuransi usaha budidaya 5.000 dan bioflok 150 unit. Realisasi program penguatan daya saing untuk sarana sistem rantai dingin (*chest freezer and thermal ice gel* sebanyak 300 paket, *ice flake machine* kapasitas 1,5 ton 30 unit, peralatan (sarana) pengolahan bagi UKM 50 paket, dan kendaraan berpendingin (KKP, 2018).

Produksi perikanan budidaya air tawar dapat mendukung kebutuhan masyarakat akan protein hewani dimana ketersediaan benih setiap saat dalam jumlah yang cukup di pasaran merupakan kunci sukses keberhasilan dalam suatu usaha budidaya ikan. Dalam penyediaan benih yang unggul sangat tergantung pada unit-unit pembenihan milik pemerintah. Hasil pembenihan ini setelah lolos serangkaian uji dan dapat didesimisasikan baru disebarakan ke masyarakat. Dengan perkembangan teknologi, pembenihan ini dapat dilakukan oleh pihak-pihak swasta maupun perorangan baik dalam skala besar maupun skala kecil. Tentunya keunggulan benih ditentukan oleh kualitas induk unggul sebagai sumber penghasil benih unggul sangat diperlukan. Untuk itu perlu dilakukan monitoring dan evaluasi yang ketat agar kualitas induk dan benihnya tetap unggul.

Peningkatan produksi ikan air tawar dengan andalan lele dapat mendukung pertumbuhan ekonomi rakyat dan sebagai perolehan devisa Negara. Sebagai penyedia lapangan kerja di pedesaan, budidayanya dapat dilakukan secara berkesinambungan dengan menerapkan budidaya ramah lingkungan. Peningkatan produksi budidaya ikan air tawar yang sangat signifikan karena pembudidaya menggunakan induk dan benih unggul, pakan yang sesuai dan efisien, penerapan teknologi yang aplikatif dan inovatif serta intensifikasi budidaya yang ramah lingkungan. Hal ini merupakan satu rangkaian kegiatan dalam akuakultur yang harus dilakukan (Total Akuakultur). Dengan melalui intensifikasi usaha perikanan budidaya perlu dilaksanakan dengan tetap memperhatikan daya dukung lingkungan budidaya sangat diperlukan agar produksi ikan melalui sistem ini dapat dilakukan secara berkelanjutan (Direktur Jenderal Perikanan Budidaya, 2018).

Untuk keberlanjutan dalam melakukan usaha budidaya ikan, produksinya perlu ditingkatkan dan disertai dengan peningkatan mutu, efisiensi, keamanan hasil perikanan dan budidayanya ramah lingkungan. Peran bioteknologi dalam upaya penyediaan induk dan benihnya unggul, efisiensi penggunaan pakan, serta menjaga kualitas perairan dilakukan melalui modernisasi proses budidaya yang harus menjadi bagian integral dari pengembangan industrialisasi perikanan budidaya untuk menghasilkan nilai tambah dan meningkatkan daya saing. Penyediaan benih ikan lele sangat tergantung dari ketersediaan induk matang gonad dalam jumlah banyak serta berkualitas sudah saatnya mendapat perhatian secara lebih intensif.

Jawa Timur merupakan salah satu sentra pembenih lele terbesar di Indonesia. Pusatnya di daerah Pare, Kabupaten Kediri juga di Desa Maguan, Kecamatan Ngajum, Kabupaten Malang juga di daerah Blitar. Dari daerah tersebut, benihnya didistribusikan di daerah Jawa Timur, Jawa Tengah dan propinsi-propinsi lainnya yang ada di Indonesia. Ketersediaan induk matang gonad penting keberadaannya. Untuk memenuhi kebutuhan induk matang gonad yang semakin meningkat ini, pembenih lele harus meningkatkan produksi akuakultur, yang saat ini baru mencapai sekitar 2 juta ton/tahun atau 3% dari total potensi produksi akuakultur nasional, sekitar 57 juta ton/tahun. Kebutuhan untuk induk ikan lele diperkirakan sebesar 258,93 ton sedangkan benih ikan lele untuk tahun 2010-2014 sebanyak 4,5 milyar benih.

## **4.2. KENDALA**

### **4.2.1. Induk Lele dan Pakan**

Dari uraian di atas, dapat digambarkan betapa besarnya kebutuhan induk dan benih ikan lele. Kondisi ini sebagai indikasi

bahwa budidaya pembenihan lele merupakan peluang baik bagi pembenih lele, pengepul, pemasok lele ke daerah-daerah serta petani ikan khusus untuk pembesaran lele yang ingin meramaikan khasanah usaha budidaya ikan lele di negeri ini. Meskipun prospek ekonomi serta peluang pasar ikan lele begitu cerah dan menjajikan, namun kenyataannya dalam pelaksanaan di lapangan, teknik budidayanya masih belum optimal misalnya: memijahkan ikan menunggu musim, ini kerap terjadi, akibatnya produksi benih sulit untuk mencapai target yang diinginkan pemerintah. Seperti pada tahun 2014 yaitu targetnya sebesar 4,5 milyar benih. Mengingat permintaan pasar akan benih ikan lele terus meningkat, sementara di sisi lain ketersediaan induk matang gonad masih relatif sedikit, karena sulit diproduksi dalam jumlah besar secara terus-menerus. Kualitas induk dan manajemen pakan untuk induk lele kurang mendapatkan perhatian khusus sehingga akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas benih.

Perlu dipahami bahwa penyediaan benih ikan lele bermutu sangat tergantung dari ketersediaan induk ikan lele matang gonad dalam jumlah banyak merupakan salah satu kunci keberhasilan target produksi. Permasalahan utama yang dihadapi oleh para pembenih lele di sentra-sentra pembenih lele yaitu cara budidayanya masih konvensional. Lele yang telah memijah memerlukan *recovery* untuk dapat memijah lagi 3 bulan kemudian. Dengan demikian ketersediaan benih secara langsung maupun tidak langsung dapat menghambat produktivitas usaha budidaya ikan lele. Selain itu, faktor pakan juga merupakan kendala dalam budidaya lele. Total pengeluaran untuk budidaya lele untuk sektor pakan, biaya yang dikeluarkan sekitar 60-80%, sehingga kendala tersebut sebagai penghambat untuk membudidayakannya. Solusinya perlu dicarikan

jalan keluarnya dengan memberikan level protein dalam pakan untuk mempercepat pematangan gonad. Semakin cepat proses pematangan gonad induk lele, maka semakin menurun jumlah pakan yang dibutuhkan (Hariani dkk, 2018).

Selama ini penyiapan induk ikan lele matang gonad dan rangsang pemijahan banyak dilakukan oleh masyarakat pembudidaya dan pembesaran dilapangan dengan cara pemakaian hormon sistetis seperti hormon ovaprim. Padahal pemakaian hormon sintetis yang selama ini digunakan untuk pematangan gonad dan rangsang pemijahan diketahui memberi pengaruh yang kurang baik terhadap fisiologi reproduksinya apabila dilakukan terus menerus. Untuk itu diperlukan teknologi reproduksi agar penyiapan induk ikan lele matang gonad dan kebutuhan akan benih cepat tercapai yaitu melalui teknologi laserpunktur sebagai biostimulasi reproduksi.

#### **4.2.2. Unit Laserpunktur dan Operator**

Penggunaan laserpunktur untuk memacu organ reproduksi terbukti optimal untuk perangsang pematangan gonad induk lele dan mempercepat pemijahan. Namun kendalanya unit laserpunktur ini belum banyak pembudidaya lele yang mengetahui dan menggunakannya, sehingga perlu segera disebarluaskan teknologi ini ke pembudidaya lele agar harapan pemerintah dalam penyediaan induk lele matang gonad dan benih dalam jumlah banyak segera tercapai. Sementara ini penggunaan teknologi laserpunktur masih terbatas pada instansi-instansi pemerintah yang telah membelinya dan kelompok pembudidaya lele yang mendapatkan hibah saat penerapan di lapangan melalui Ipteks Bagi Masyarakat sudah dilakukan di 3 daerah yaitu dua kelompok pembudidaya lele di Pare Kediri dan satu kelompok di Ngajum, Kabupaten Malang.

Pengguna laserpunktur harus memahami terlebih dahulu cara mengoperasikan unit laserpunktur. Selanjutnya harus mengetahui letak titik reproduksi dengan tepat dan cara induksi laserpunktur harus tegak lurus pada titik reproduksi. Apabila saat induksi laserpunktur pada induk lele yang ujung probenya tidak tegak lurus di titik reproduksi berarti tidak tepat menginduksikannya. Terlihat sinar merah yang ke luar dari laserpunktur ini jatuhnya miring, maka tidak berefek dengan pematangan gonad.

Pengoperasian induksi laserpunktur ini melibatkan dua orang. Satu orang sebagai operator untuk menyetel durasi waktu induksi dan menekan tombol on, dimana akan ke luar sinar merah yang menembus epidermis dan dermis dari kulit di titik reproduksi yaitu di daerah ventral tubuh. Satu orang lagi memegang induk lele dimana bagian kepala ditutup dengan handuk agar lele tidak stress dan menginduksi dengan laserpunktur di titik reproduksi dengan posisi *probe* harus tegak lurus dengan permukaan titik reproduksi.

## V.

**INDIKATOR PEMATANGAN GONAD DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHINYA**

Budidaya ikan merupakan salah satu sektor yang sangat berperan dalam mendukung pemenuhan kebutuhan pangan akan protein hewani (Ochokwu *et al.*, 2015) bila ketersediaan benih ikan setiap saat di pasaran dalam jumlah cukup (Ottolenghi *et al.*, 2004). Produktivitas ikan budidaya dapat ditingkatkan dengan mengoptimalkan potensial reproduksi induk ikan jantan maupun betina. Carrillo *et al.* (2000), kondisi fisiologis induk ikan betina dan jantan berkaitan dengan kualitas telur dan sperma sangat penting untuk keberhasilan reproduksi ikan budidaya. Bobe and Labbe, (2010), Lahnsteiner and Patzner (2008) bahwa penanganan reproduksi perlu dilakukan karena sebagai ujung tombak dalam budidaya ikan agar dihasilkan benih ikan yang berkualitas.

Memahami biologi reproduksi ikan khususnya untuk lele perlu ditekankan untuk meningkatkan potensi budidayanya. Dengan mendalami parameter reproduksi dapat digunakan untuk merancang langkah-langkah yang harus dilakukan dalam mengelola budidaya ikan berkelanjutan secara tepat dan mengevaluasi performan reproduksi ikan seperti saat pematangan gonad, pemijahan dan setelah memijah sangat diperlukan.

### 5.1. Indikator Pematangan Gonad

Pengetahuan tahap kematangan gonad sangat penting dalam menunjang keberhasilan dalam pembenihan ikan karena berkaitan erat dengan pemilihan calon induk ikan yang akan dipijahkan. Ketersediaan induk matang gonad sepanjang tahun penting untuk diperhatikan dan memastikan pasokan ikan yang konstan (Yusuf *et al.*, 2015). Dalam budidaya ikan ketersediaan induk dalam kondisi matang gonad sangat diperlukan agar keberlanjutannya usaha tersebut dapat berjalan normal.

Induk tersebut segera dipijahkan dan didapatkan benih, selanjutnya dibesarkan menjadi fingerlings sampai siap dikonsumsi dalam jumlah cukup.

Ketersediaan *fingerling* tergantung pada stok induk dalam kondisi matang gonad siap dipijahkan dan fekunditasnya banyak. Dalam perkembangan gonad perlu diperhatikan untuk memudahkan penanganan reproduksi ikan agar tepat untuk memijahkan dan sebagai sarana yang efisien juga paling sederhana dengan mengobservasi morfologi gonadnya (Taranger *et al.* 2010). Untuk itu observasi karakter morfologi gonad berdasarkan kriteria tahap-tahap kematangan gonad induk lele jantan perlu dilakukan dan dapat ditentukan secara makroskopis maupun mikroskopis (Kamler, 2005; Morgan, 2008; Oliveira *et al.*, 2015; Okoye *et al.*, 2017; Thapliyal *et al.*, 2018).

Pada saat tahap perkembangan gonad, gonad semakin berat dan TKGnya semakin tinggi. TKG lele dapat ditentukan secara morfologi dan histologi. Oleh karena itu, kondisi reproduksi induk lele perlu diperhatikan dan dikelola secara optimal.

Indikator kematangan gonad dapat dilihat dari TKG dan Gonado Somatic Index (GSI). Pada saat pematangan gonad induk lele akan mencapai berat maksimum dan induk lele segera memijah. Selanjutnya berat badannya berkurang dengan cepat selama proses pemijahan berlangsung (Çek and Yilmaz, 2007; Moharram and Raky, 2007; Okoye *et al.*, 2017).

Berikut ini ditunjukkan nilai dari indikator TKG dan GSI yang dapat menunjukkan kematangan gonad induk lele yang ditunjukkan dalam Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Kematangan gonad induk lele jantan dengan indikator TKG dan GSI

Induk Lele	Tingkat Kematangan Gonad (TKG)	Gonado Somatik Indeks (GSI)
Jantan	I	0,08 – 0,15
	II	0,24 – 0,43
	III	2,54 – 4,55
	IV	-

(Sumber Effendie, 1997)

TKG pada induk lele jantan dapat digambarkan sebagai berikut :

- TKG I (belum matang). Gonad kecil panjangnya 5-12 mm. Warna putih dan permukaan gonad mulai tidak merata
- TKG II (mulai matang). Gonad semakin membesar, panjangnya 12-3 mm. Warnanya mulai berubah menjadi putih jernih, dan bentuk gerigi mulai terlihat jelas.
- TKG III (matang). Gonad lebih besar dan panjangnya 20-45 mm yang mengisi di dua pertiga rongga perut. Warna gonad (testis) jernih dan gerigi pada gonad semakin besar.

- TKG IV (matang sekali). Gonad besar dan panjang, mengisi dua pertiga rongga perut. Gonad mengembung dan berwarna jernih.



Gambar 5. Gonad induk lele matang



Gambar 6. Induk lele diinduksi laser



Gambar 7. Gonad lele jantan induksi laserpunktur matang gonad



Gambar 8. Gonad lele jantan kelompok kontrol matang gonad

Penentuan TKG dapat dipakai sebagai dasar untuk menentukan kondisi induk lele bilamana akan memijah, baru memijah atau sudah memijah. Perkembangan gonad dapat ditentukan dengan melihat nilai GSI (Rao and Krishnan, 2009). Nilai GSI digunakan untuk menentukan kondisi keseluruhan ikan. GSI ini sering digunakan untuk menentukan TKG karena penggunaan dan penentuannya sangat mudah (van Dyk, 2006).

Setelah mengetahui indikator pematangan gonad induk lele, marilah kita mempelajari faktor-faktor internal dan eksternal yang dapat mempercepat pematangan gonad lele. Hal ini sebagai suatu upaya untuk sustainable pengadaan sektor pangan sangat diperlukan agar kelaparan dapat ditekan sekecil mungkin dan masyarakat dapat mengkonsumsi pangan yang sehat dan bergizi. Salah satu sumber pangan tersebut berasal dari ikan. Hal ini dapat dicukupi dari ketersediaan induk ikan jantan dan betina matang gonad di pasaran dalam jumlah cukup. Pematangan gonad induk lele jantan secara alami memerlukan waktu lama dan secara komersial kurang menguntungkan. Untuk itu perlu dipacu potensi reproduksinya baik secara internal maupun eksternal agar induk lele cepat matang gonad.

Sebagai gambaran dari hasil penelitian telah dilakukan oleh Kusuma dkk (2007) pemberian pakan berkualitas dipadukan dengan induksi laserpunktur pada induk lele yang belum pernah memijah tepatnya di 2/3 bagian ventral tubuh atau di titik reproduksi selama 15 detik. Pengulangan induksi laserpunktur dilakukan setiap 7 hari sekali, hal ini dilakukan terus selama 9 minggu. Sebagai pembandingnya induk lele tanpa diinduksi laserpunktur (kelompok kontrol). Selanjutnya pada minggu ke-9 ini induk lele diambil dan diamati bobot badan, di bedah diambil gonadnya dan ditimbang gonadnya untuk menentukan GSInya. Setelah itu, diamati warna testis dan tepi testis kondisinya bagaimana. Hal ini untuk menentukan TKG yang memberi gambaran bahwa secara alami induk lele jantan diberi pakan berkualitas menunjukkan terjadinya perkembangan gonad yang baik. Namun untuk kelompok induk lele yang diinduksi laserpunktur dipadukan dengan pemberian pakan berkualitas, maka proses pematangan gonadnya semakin cepat dengan indikator gonadnya semakin besar dengan tepinya bergerigi lebih besar dan

berwarna putih susu dan jernih dibandingkan dengan yang hanya diberi pakan saja; TKG IV lebih banyak . Untuk kelompok kontrol baru dijumpai TKG III dalam jumlah banyak.

## 5.2. Faktor Internal Pemacu Potensi Matang Gonad

Dalam budidaya ikan ketersediaan induk dalam kondisi matang gonad sangat diperlukan agar keberlanjutannya usaha tersebut dapat berjalan normal. Induk tersebut segera dipijahkan dan didapatkan benih yang dibesarkan menjadi *fingerlings* sampai siap dikonsumsi dalam jumlah cukup. Gonad dapat berkembang dengan baik yang dikontrol oleh endokrin (Zohar *et al.*, 2010).

Aktivitas gametogenesis dan kerja hormon reproduksi dapat berlangsung baik, hal ini akibat adanya pengendalian dari aksis otak-pituitary-gonad yang mengatur produksi hormon reproduksi. Hormon reproduksi seperti Gonadotropin Hormon (GtH-I dan GtH-II) (Kah dan Dufour, 2011, Cowan *et al.*, 2017) akan berperan dalam spermatogenesis, menghasilkan hormon androgen serta untuk pematangan gonad ikan jantan (Schulz *et al.*, 2008; Taranger *et al.*, 2010).

Proses pematangan gonad induk lele jantan tentunya tidak terlepas dari peran hormon gonadotropin. Di jaringan otak terdapat Gama Amino Butiric Acid (GABA) yang akan merangsang neuron hypothalamus dan neuron hipofisis untuk melepaskan hormon gonadotropin (GnRH). GnRH selanjutnya akan merangsang neuron hipofisis untuk melepaskan hormon gonadotropin (GtH-I dan GtH-II). Selanjutnya GtH-I dan GtH-II dilepaskan secara sistemik, sehingga kadar GtH-I dan GtH-II dalam serum darah meningkat. GtH-I dan GtH-II berperan dalam spermatogenesis

yang merangsang gonad untuk menghasilkan hormon steroid seperti testosterone. GtH-I berfungsi untuk merangsang perkembangan dan proliferasi sel Sertoli untuk menghasilkan ABP (Androgen Binding Protein) yang akan memacu spermatogonium untuk memulai proses spermatogenesis. GtH-II berfungsi merangsang sel intersitial atau sel Leydig agar mensekresikan hormon testosterone (androgen). ICSH (Intertitial Cell Stimulating Hormone) merangsang perkembangan tubulus seminiferus dan sel sertoli untuk menghasilkan ABP yang memacu pembentukan sperma (Kusuma et al.,2012abc).

### **5.3. Faktor Eksternal Pemacu Potensi Matang Gonad**

#### **5.3.1. Pakan dan induksi laserpunktur**

Kelangsungan hidup dalam usaha budidaya ikan terutama untuk pembenihan ikan seperti pada ikan lele sangat penting untuk ketahanan pangan berasal dari hewan sebagai sumber protein. Salah satu usaha yang mutlak dibutuhkan untuk mengembangkan budidaya ikan adalah penyediaan benih yang bermutu dalam jumlah yang memadai dan waktu yang tepat serta berkesinambungan. Hal ini dapat terjadi bila ketersediaan induk yang unggul dalam kondisi matang gonad dalam jumlah banyak tersedia setiap saat agar induknya segera dipijahkan dan benih yang dihasilkan berkualitas dalam jumlah banyak. Hal ini dapat terjadi bila induk diberi pakan khusus untuk induk ikan bukan pakan untuk pembesaran.

Pemberian pakan berkualitas terbukti dapat mempercepat pematangan gonad induk ikan seperti pada ikan lele. Pakan berpengaruh langsung atau tidak langsung sebagai nutrisi terhadap performan reproduksi ikan lele. Induk lele membutuhkan kecukupan protein untuk pertumbuhan dan perkembangan gonad

serta berpengaruh terhadap kualitas sperma. Hal ini dimungkinkan karena kandungan protein dalam pakan induk berkualitas ini sangat diperlukan untuk memperbaiki kualitas spermatozoa dan dapat meningkatkan berat testis. Di samping pakan berperan dalam perkembangan gonad juga penting untuk fungsi endokrin yang normal. Tingkat pemberian pakan tampaknya mempengaruhi sintesis maupun pelepasan hormon dari kelenjar endokrin. Kecukupan protein pakan induk lele terkait dengan kecukupan asam amino dalam pakan. Seperti diungkapkan oleh Akankali *et al.* (2011) bahwa pakan yang mengandung protein tinggi dapat dipergunakan untuk mempercepat pematangan gonad dan memperbaiki kualitas sperma serta dapat digunakan sebagai bahan baku untuk proses spermatogenesis.

Pada saat proses perkembangan spermatogenik ini, umumnya akan diikuti dengan penambahan berat gonad pada ikan lele jantan yang besarnya berkisar antara 5-10%. Ikan lele bertambah besar serta bobot badan bertambah besar pula sehingga GSI-nya akan mencapai maksimal. Hasil penelitian ini sesuai dengan Araoye (2001), Laleye *et al.* (2006), menyatakan bahwa nilai GSI mencapai maksimum sebelum pemijahan dan selanjutnya nilai GSI menurun setelah pemijahan berlangsung.

Pemberian pakan induk lele jantan berkualitas dipadukan dengan induksi laserpunktur sangat menentukan dalam perkembangan, peningkatan ukuran gonad dan berat gonad induk lele jantan. Seperti yang diungkapkan oleh Kusuma dkk (2007) bahwa pemberian pakan yang berkualitas dipadukan dengan induksi laserpunktur pada induk lele yang belum pernah memijah tepatnya di 2/3 bagian ventral tubuh atau di titik reproduksi selama 15 detik setiap 7 hari sekali dilakukan sampai 9 minggu. Sebagai pembandingnya induk lele tanpa diinduksi

laserpunktur (kelompok kontrol). Selanjutnya diamati bobot badan, di bedah diambil gonadnya dan ditimbang untuk menentukan GSI. Setelah itu, diamati tepi testis serta warnanya. Hal ini untuk menentukan Tingkat Pematangan Gonad (TKG)nya.

Hasil penelitian Kusuma dkk (2007) ini memberi gambaran bahwa secara alami induk lele jantan diberi pakan berkualitas menunjukkan terjadinya perkembangan gonad yang baik. Namun untuk kelompok induk lele yang diinduksi laserpunktur dipadukan dengan pemberian pakan berkualitas, maka proses pematangan gonadnya semakin cepat dengan indikator gonadnya semakin besar dengan tepinya bergerigi lebih besar dan berwarna putih susu dan jernih dibandingkan dengan yang hanya diberi pakan saja; TKG IV lebih banyak. Untuk kelompok kontrol TKG III banyak dijumpai.

Apabila kondisi induk lele mengalami kelambatan perkembangan gonad karena kekurangan pakan. Hal ini dapat menyebabkan kadar hormon gonadotropin (GtH-I dan GtH-II) rendah yang dihasilkan oleh kelenjar pituitary anterior dan produksi hormon steroid dalam gonad seperti Testosteron juga rendah. Dengan demikian proses pematangan gonad juga akan lambat dan spermatozoa yang dihasilkan juga tidak banyak. Seperti yang diutarakan oleh Adewumi *et al.* (2005), komponen protein merupakan nutrisi esensial yang sangat dibutuhkan saat pematangan gonad. Pemberian pakan yang tidak optimal dapat menyebabkan kurangnya energi untuk mendukung proses reproduksi dan akan mempengaruhi kualitas sperma.

Di samping itu pemberian pakan berkualitas dipadukan dengan induksi laserpunktur diyakini dapat lebih memacu pematangan gonad dibandingkan dengan induk lele tanpa diinduksi laserpunktur. Didukung juga oleh Santiago *et al.* (1985) bahwa pada umumnya pemberian level protein pakan 40% akan diperoleh nilai GSI

yang lebih besar dibandingkan dengan pemberian level protein pakan di bawah 30%. Demikian juga Bergink and Wallace (1974) menyatakan kandungan protein dalam pakan sangat menentukan terhadap peningkatan ukuran gonad dan berat gonad. Diperkuat oleh Akankali et al. (2011) bahwa induk ikan harus diberi pakan yang mengandung cukup protein, lemak, kalsium dan fosfat untuk memproduksi spermatozoa dan mempercepat pematangan gonad. Hasil penelitian Kusuma dan Hariani (2016) ini menunjukkan bahwa pemberian level protein pakan 30% terbukti sudah mencukupi untuk aktivitas fisiologi di tubuh ikan baik untuk hidup pokok maupun untuk aktivitas reproduksi. Pemberian level protein dalam pakan 35% dan 40% secara ekonomis kurang menguntungkan, karena semakin tinggi level protein pakan semakin tinggi pula biaya produksinya.

Dari hasil penelitian Kusuma dan Hariani (2016) menunjukkan bahwa induksi laserpunktur pada titik reproduksi induk lele jantan diimbangi dengan pemberian level protein pakan 30%, 35% dan 40% dan waktu terbukti berpengaruh signifikan terhadap peningkatan nilai GSI. Peningkatan nilai GSI pada kelompok yang diberikan perlakuan level protein pakan 30% dipadukan dengan induksi laserpunktur terbukti optimal dicapai pada minggu ke-3 sedangkan pada kelompok kontrol dicapai pada minggu ke-4. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan dan penurunan nilai GSI sangat terkait dengan tahapan-tahapan spermatogenesis yang terjadi di dalam tubuli semeniferi testis. Aktivitas spermatogenesis berhubungan erat dengan kadar testosteron yang dilepas oleh sel interstitial atau sel Leydig dan apabila spermatogenesis telah selesai sebagai penggantinya yang berperan adalah GtH-II. GtH-II berfungsi merangsang sel interstitial atau sel Leydig agar mensekresikan hormon testosteron (androgen). Testosteron dan Androgen Binding Protein (ABP) secara bersama-

sama mengendalikan spermatogenesis dalam pembentukan sperma dan menginisiasi perkembangan spermatogenik menjadi spermatozoa yang motil.

Dapat disimpulkan bahwa perlakuan induksi laserpunktur dipadukan dengan penambahan level protein dalam pakan 30%, 35% dan 40% berpengaruh terhadap peningkatan nilai GSI secara signifikan. Terbukti kelompok yang diinduksi laserpunktur dipadukan pemberian level protein dalam pakan memiliki nilai GSI lebih tinggi jika dibandingkan tanpa di induksi laserpunktur dan pencapaian waktu pematangan gonad pada minggu ke-3.

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Hariani dkk (2019) dengan pemberian pakan formula pabrik khusus untuk induk lele dengan kandungan protein kasar sebesar 38% dipadukan dengan induksi laserpunktur di titik reproduksi tepatnya di 2/3 bagian ventral tubuh dengan durasi selama 15 detik setiap 15 harian sampai hari ke-75 didapatkan data seperti yang tercantum pada Tabel 3.

Dari Tabel 3 ini menunjukkan perkembangan gonad induk lele jantan akibat diberi pakan berkualitas dipadukan dengan induksi laserpunktur selama penelitian berlangsung profil TKGnya II, III dan IV, demikian pula untuk kelompok kontrol profil TKGnya juga II, III dan IV, namun profil TKG III dan IV banyak terdapat pada kelompok yang diinduksi laserpunktur.

Pemberian pakan berkualitas akan mempengaruhi berat badan dan berat gonad, disamping itu tergantung pada kondisi perkembangan gonadnya. Hasil penelitian selama 75 hari menggambarkan bahwa pemberian pakan komersial berkualitas dengan Crude Protein (CP) 38% dan induksi laserpunktur menghasilkan nilai GSI lebih tinggi ( $0.52 \pm 0.19$  sampai dengan  $1.42 \pm 0.83$ ) dibandingkan dengan yang diberi pakan berkualitas tanpa diinduksi laserpunktur ( $0.46 \pm 0.14$

sampai dengan  $1.26 \pm 0.63$ ). Dapat dikatakan bahwa kondisi induk lele saat diambil sebagai sampel berumur sekitar satu tahun diberi pakan berkualitas yang ditrigger dengan induksi laserpunktur di titik reproduksi dapat dipacu potensi reproduksinya dapat meningkatkan nilai GSI. Nilai GSI yang dihasilkan mencapai *peak*, induk lele pada saat *peak* umurnya sudah lebih dari satu tahun dan kondisinya siap dipijahkan. Dengan demikian induk lele tersebut sudah dapat melakukan reproduksi. Apabila induk-induk ini diberi perlakuan yang sama setelah penelitian ini berakhir (selama 75 hari), maka induk-induk lele potensi reproduksi dapat dipacu lebih cepat lagi. Tentunya dapat dihasilkan induk-induk lele dalam kondisi matang gonad dalam jumlah banyak dan siap dipijahkan sehingga pengadaan benih dalam skala massal dapat terpenuhi.

Dengan demikian, maka penyediaan pangan yang berasal dari ikan memberikan sumbangsih dalam menopang ketahanan pangan. Penelitian yang dilakukan Ibim and Sikoki (2014) dengan perlakuan pakan formula untuk induk lele jantan dengan berat badan 200-300 g dengan kandungan crude protein (CP) 31% dihasilkan GSI 0.114-0.163 dan pemberian CP 40% pada induk lele jantan dengan berat badan 250-330 g diperoleh GSI 0.17-0.22. Ditegaskan oleh Ahmed *et al* (2013) GSI untuk *Clarias gariepinus* GSI sekitar 1% dari massa tubuh, sedangkan nilai GSI dalam penelitian ini bervariasi dari  $0,46 \pm 0,14$  up to  $1,42 \pm 0,83$  masih dalam kisaran normal.

Berdasarkan Tabel 3 ini didapatkan bahwa induk lele jantan yang belum pernah memijah berat badannya 750-1385 g dengan ukuran total panjang ikan 45-60 cm. Pada hari ke-0 posisi induk lele berada pada TKG II. Pada umumnya induk lele jantan yang tanpa diberi perlakuan induksi laserpunktur (kelompok kontrol) pada hari ke-15 yaitu gonadnya menjelang mature diindikasikan TKGnya III.

Demikian pula untuk kelompok diinduksi laserpunktur morfologi gonad cenderung ke maturing diindikasikan TKG III. Berbeda dengan hari ke-30, pada kelompok kontrol kondisi gonadnya sebagian besar maturing cenderung TKG III. Untuk kelompok yang diinduksi laserpunktur kondisi gonadnya banyak yang mature TKGnya IV. Gonadnya semakin membesar, diikuti dengan peningkatan diameter gonad/testis, panjang testis dan GSI. Warna gonadnya mulai berubah menjadi putih jernih dan bentuk geriginya terlihat jelas. Porous genitalisnya berwarna merah coklat sampai keunguan. Pada TKG IV, pinggir testis geriginya lebar dan tebal. Pada hari ke-45, profil TKG nya mengarah ke TKG III dengan warna porous genitalisnya banyak berwarna merah keabu-abuan. Warna gonadnya jernih dan gonadnya bergerigi lebih jelas dibandingkan TKG II. Hari ke-60 TKG meningkat menjadi III/IV baik untuk kelompok kontrol maupun kelompok induksi laserpunktur. Selanjutnya hari-75 terjadi penurunan. Informasi aspek reproduksi pada induk ikan lele jantan akan memberikan gambaran tentang potensi dalam melangsungkan kehidupan dan perkembangannya dari waktu ke waktu.

Studi morfometrik dalam penelitian Hariani dkk (2019) digunakan untuk menjelaskan kondisi kematangan gonad induk lele jantan dengan berbagai parameter, seperti berat badan, panjang badan, warna porous genitalis, diameter testis, panjang testis, warna testis, TKG dan GSI. Seperti yang diungkapkan oleh Manimegalai *et al.* (2010) analisis morfometrik dapat mengukur berat dan panjang badan yang berfungsi sebagai parameter pertumbuhan. Di samping berat badan, maka berat gonad tak kalah pentingnya. Dengan mengetahui berat badan dan berat gonad dapat digunakan untuk menghitung GSI. GSI dapat dipergunakan sebagai salah satu indikator dari status perkembangan gonad. Berat gonad hasil penelitian ini

dengan pemberian pakan berkualitas sebesar  $3.50 \pm 1.29$  g sampai dengan  $16.00 \pm 4.55$  g. Untuk perlakuan pemberian pakan berkualitas dipadukan dengan induksi laserpunktur berat gonadnya  $5.25 \pm 2.87$  g sampai dengan  $17.00 \pm 8.04$  g. Berat gonad lele jantan pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan berat gonad dari penelitian yang dilakukan oleh Yusuf *et al* (2015), melaporkan berat gonad *Clarias gariepinus* jantan hasil budidaya beratnya 1,60 - 6,30 g dan yang liar berat gonadnya 1,12-3.76g menunjukkan perbedaan yang signifikan. Atasever and Bozkurt. (2015) berpendapat hal ini disesuaikan dengan ukuran dan status perkembangan gonad. Ditambahkan oleh Yusuf *et al.* (2015) bahwa mungkin hal ini disebabkan oleh kondisi pakan, kualitas air, dan kondisi lingkungan yang berbeda dan musim pemijahan.

Dalam penelitian ini tak kalah pentingnya penentuan jenis kelamin induk lele jantan dengan memeriksa organ genital eksternal dan perut ikan juga mengobservasi gonad. Kematangan gonad induk lele jantan dapat diperiksa baik secara makroskopis maupun mikroskopis gonadnya (Singh *et al.* 2015). Indikator induk lele jantan dalam kondisi matang gonad atau belum matang gonad dapat dilihat dari kondisi morfologi porous genitalisnya, apakah berwarna putih, putih kemerahan, merah tua ataukah mengarah ke merah keunguan. Dengan mengkaji warna porous genitalisnya yang secara kasar dapat digunakan sebagai indikator dalam penentuan kondisi induk matang gonad secara kasar. Di samping itu dapat dikonfirmasi dengan cara dilakukan pembedahan pada induk lele jantan untuk mengkaji morfometrik gonad (testisnya). Panjang organ reproduksi 3,5-7,5 cm dan diameter organ reproduksi 1-2 cm. Panjang testis mencapai  $0.48 \pm 0.08$  up to  $0.70 \pm 0.08$  bagian dari rongga perut. Di samping itu juga mengobservasi keadaan gerigi dan warna tepi

testis mengalami perubahan gerigi mulai membesar dengan testis berwarna agak kuning kemerahan sampai menjadi tepi testis dengan gerigi bertambah jelas dan lebih besar lagi dengan tepi semakin menebal lagi dengan warna putih susu, warna tersebut sampai ke lumen testis. Induk ikan lele jantan matang (mature, ripe) ketika testis telah berkembang dan telah memiliki bagian-bagian berwarna putih-susu, terutama pada bagian sisi samping dan bagian bawah dan tidak seluruh bagian testis tampak bening. Dari gambaran morfologi gonad lele jantan ini dapat ditentukan perkembangan gonadnya dilihat dengan indikator TKG dan GSI dalam siklus reproduksinya (Gambar 5, 6a,b).

Ikan jantan matang dapat dikenali dengan pemeriksaan visual dari porous genitalisnya membesar dan memanjang berwarna kemerahan. Di samping itu testisnya membesar dan berwarna putih keabu-abuan.

Indikator induk lele jantan dalam kondisi matang gonad atau tidak dapat dilihat dengan pemeriksaan visual dari kondisi morfologi porous genitalisnya apakah berwarna putih, putih kemerahan, merah tua ataukah mengarah ke merah keunguan. Dengan mengkaji warna porous genitalisnya yang secara kasar dapat digunakan sebagai indikator dalam bpenentuan kondisi induk matang gonad. Di samping itu dapat dikonfirmasi dengan cara dilakukannya pembedahan pada induk lele jantan untuk mengkaji morfometrik gonad (testisnya). Hasilnya panjang organ reproduksi 3,5-7,5 cm dan diameter organ reproduksi 1-2 cm, panjang testis mencapai  $0.48. \pm 0.08$  up to  $0.70 \pm 0.08$  bagian dari rongga perut juga mengobservasi keadaan gerigi dan warna testis yang menunjukkan tepi testis mengalami perubahan gerigi mulai membesar dengan testis berwarna agak kuning kemerahan sampai menjadi tepi testis

dengan gerigi bertambah jelas lebih besar lagi dengan tepi semakin menebal lagi dengan warna putih susu, warna tersebut sampai ke lumen testis.

Berdasarkan dari ciri-ciri yang ada pada Tabel 3 ini, maka dapat ditentukan TKG. Karakteristik perkembangan gonad ikan lele jantan dapat ditentukan berdasarkan TKG secara morfologis digolongkan dalam lima tahap yaitu TKG I (belum berkembang), II (perkembangan awal), III (sedang berkembang), IV (matang gonad) dan V (pasca pemijahan) (Kurbanov and Kamilov, 2017, Qadri *et al.*, 2019; Ki and Lee, 2019). Berdasarkan acuan dari peneliti di atas dapat dikategorikan TKG dari hari ke-0 sampai dengan hari ke-75 baik dari kelompok kontrol maupun kelompok yang diinduksi laserpunktur yaitu TKG II, III dan IV. Ekspresi TKG dari penelitian ini fluktuatif. Peningkatan TKG terjadi pada hari ke-15 dan 30 dan ke-60. Selanjutnya mengalami drop pada hari ke-45 dan 75. Hal ini disebabkan terjadinya kenaikan TKG dari tahap II, menuju III/IV. Diindikasikan bahwa dalam gonadnya terjadi proses menuju ke pematangan gonad yang peaknya terjadi pada hari ke-30 dan 60. Pada saat *peak* tersebut nilai GSInya juga tinggi yang menunjukkan aktivitas reproduksinya tinggi. Penurunan TKG dan GSI ini terkait dengan penurunan aktivitas hormon reproduksi. Senada dengan pernyataan Okoye *et al.* (2017) bahwa GSI dapat digunakan untuk penentuan status reproduksi induk ikan *Clarias gariepinus*.

**Tabel 3. Efek induksi laserpunktur terhadap morfometrik gonad induk lele jantan**

Para meter	Hari ke-0		Harike-15		Hari ke-30		Hari ke-45		Hari ke-60		Hari ke-75	
	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L
Bb g	1047,50 ± 166,57	1047,50 ± 166,57	845,00 ± 19,15	846,25± 57,61	1381,00± 334,47	1268,00± 248,61	754,00 ± 95,21	870,00 ± 115,05	1047,00 ± 300,90	1098,50 ± 327,32	864,00 ± 83,28	834,50 ± 43,43
PB cm	51,70 ± 0,60	51,70 ± 0,60	55,75 ± 2,40	52,75 ± 0,96	57,63 ± 3,09	58,50 ± 4,20	47,63 ± 2,06	51,13 ± 3,17	53,25 ± 3,48	55,50 ± 4,12	50,38 ± 2,50	50,13 ± 3,92
BG g	7,75 ± 2,63	7,75 ± 2,63	9,25 ± 3,59	9,75 ± 5,12	16,00 ± 4,55	17,00 ± 8,04	3,50 ± 1,29	5,75 ± 3,59	8,50 ± 5,92	9,05 ± 0,96	4,50 ± 1,73	5,25 ± 2,87
GSI	0,88 ± 0,34	0,88 ± 0,34	0,92 ± 0,32	1,17 ± 0,67	1,26 ± 0,63	1,42 ± 0,83	0,46 ± 0,14	0,67 ± 0,39	0,72 ± 0,28	0,82 ± 1,91	0,52 ± 0,19	0,60 ± 0,21
Panjang Organ Re-produksi cm	9,50 ± 0,58	9,50 ± 0,58	9,50 ± 0,58	9,75 ± 2,40	9,50 ± 0,58	10,13 ± 1,65	6,88 ± 0,25	8,50 ± 1,73	9,25 ± 2,40	10,13 ± 0,75	8,38 ± 1,31	7,75 ± 1,71
Diamete ter testes cm	1,30 ± 0,41	1,30 ± 0,41	1,38 ± 0,48	1,38 ± 0,48	1,50 ± 0,50	1,75 ± 0,50	0,90 ± 0,21	1,38 ± 0,25	1,35 ± 0,31	1,43 ± 0,51	1,05 ± 0,10	1,38 ± 0,48

Para meter	Hari ke-0		Hari ke-15		Hari ke-30		Hari ke-45		Hari ke-60		Hari ke-75	
	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L
Panjang testis menca	0.62 ± 0.10	0.62 ± 0.10	0.63 ± 0.06	0.66 ± 0.15	0.69 ± 0.060.	0.70 ± 0.08	0.48 ± 0.08	0.56 ± 0.07	0.56 ± 0.12	0.63 ± 0.05	0.54 ± 0.04	0.57 ± 0.10
bagian berapa bagian rongga perut	bagian rongga perut	bagian rongga perut	bagian rongga perut	bagian rongga perut	bagian rongga perut	bagian rongga perut	bagian rongga perut	bagian rongga perut	bagian rongga perut	bagian rongga perut	bagian rongga perut	bagian rongga perut
Warna p o r u s g e n i t i s	P u t i h s d p u t i h a g a k k e m e r a h a n	Putih	Merah m u d a m e r a h	Merah m u d a m e r a h	U n g u m u d a s d u n g u	U n g u s d u n g u t u a	Merah t u a	Merah t u a	U n g u m u d a s d u n g u	U n g u s d u n g u t u a r a h a n	K e m e r a h a n	Merah t u a

Para meter	Hari ke-0		Hari ke-15		Hari ke-30		Hari ke-45		Hari ke-60		Hari ke-75	
	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L
Warna dan keadaan agerigi testis	Testis berwarna agak kuning kemerahan. Bentuk gerigi lebih jelas dari pada TKG I	Testis berwarna agak kuning kemerahan. Bentuk gerigi lebih jelas dari pada TKG I	Testis bagian tepi mulai Gerigi pinggir pada an testis lebih besar lagi	Warna testis muda Gerigi pinggir pada an testis lebih besar dari pada TKG II	Bagian testis muda yang sama berwarna putih	Warna testis makin putih Gerigi pinggir pada an testis lebih besar dari pada TKG II	Warna testis makin putih Gerigi pinggir pada an testis lebih besar dari pada TKG II	Warna testis makin putih Gerigi pinggir pada an testis lebih besar dari pada TKG II	Warna testis makin putih Gerigi pinggir pada an testis lebih besar dari pada TKG II	Warna testis makin putih Gerigi pinggir pada an testis lebih besar dari pada TKG II	Warna testis makin putih Gerigi pinggir pada an testis lebih besar dari pada TKG II	Warna testis makin putih Gerigi pinggir pada an testis lebih besar dari pada TKG II
TKG	II	II	III	III	III	III/IV	III	III	III/IV	III/IV	III	III

Keterangan : K = Kontrol

L = Laserpunktur

TKG = Tingkat Kematangan Gonad

GSI = Gonado Somato Indeks



## VI.

**MEKANISME INDUKSI  
LASERPUNKTUR MEMPERCEPAT  
PEMATANGAN GONAD IKAN**

Mekanisme induksi laserpunktur di titik reproduksi pada induk lele dapat menimbulkan pematangan gonad dapat dijelaskan sebagai berikut.

Di dalam probe laserpunktur Helium-Neon (He-Ne) saat laser sudah dalam posisi “on” dapat mengeluarkan sinar merah yang mudah di arahkan ke titik reproduksi. Sinar merah yang ke luar dari probe laserpunktur ini merupakan energi gelombang elektromagnetik. Energi gelombang elektromagnetik ini bila dikenakan di titik reproduksi dapat menembus epidermis sampai dermis dari kulit. Di antara epidermis dengan dermis banyak di jumpai ujung-ujung saraf perifer dan pembuluh darah yang peka terhadap sinar laser. Di permukaan kulit ikan juga banyak terdapat sel-sel aktif bersifat peka rangsang dengan karakteristiknya memiliki resistensi rendah dengan potensi yang tinggi terhadap rangsang sinar laserpunktur (Kusuma, 2013).

Energi gelombang elektromagnetik dari sinar laserpunktur yang diinduksikan di titik reproduksi induk lele dapat menyebabkan reseptor pada membran sel syaraf jaringan kulit teraktivasi ditunjukkan dengan terjadinya depolarisasi. Akibatnya dari depolarisasi dapat menyebabkan terjadinya potensial aksi diikuti dengan membrane sel syaraf terbuka melalui dua cara yaitu jalur metabotropik dan jalur ionotropik.

Jalur metabotropik mekanismenya dapat dijelaskan sebagai berikut. Induksi laserpunktur di titik reproduksi merupakan energi gelombang elektromagnetik. Energi ini yang ditimbulkan dari sinar laser jenis *soft laser* He-Ne dengan panjang gelombang 632,8 nm, luas keluaran cahaya 0,2 cm<sup>2</sup> dan daya 5 mW/cm<sup>2</sup> dengan lama paparan 15 detik pada satu titik reproduksi setara dengan energi 0,375 Joule/cm<sup>2</sup>/titik reproduksi terbukti menyebabkan terjadinya signal transduksi intraselular dengan cara menghidrolisis *cyclic Adenosine Monophosphate* (cAMP) (Palaniappan, 2010). cAMP kemudian akan mengaktifkan *Protein Kinase C* (PKC) dan menghidrolisis *cyclic Guanosine Monophosphate* (cGMP) untuk mengaktifkan protein G sub unit  $\alpha$  sebagai penghantar signal melintasi membran plasma dari luar sel ke dalam sel. Protein G sub unit  $\alpha$  akan mengalami fosforilasi. Akibat yang dapat ditimbulkannya adalah menyebabkan enzim phospholipase C (PLC) menjadi aktif (Kusuma, 2013).

Dengan aktifnya enzim PLC inilah yang akan menghidrolisis *phosphatidylinositol (4,5)-bisphosphate* (PIP2) menjadi *phosphatidyl inositol (3,4,5)-trisphosphate* (PIP3) yang masuk ke sitosol dan *diasilgliserol* (DAG) di membran plasma. Keduanya inilah yang mempunyai peranan penting dalam signal transduksi bertindak sebagai second messenger. Selanjutnya, IP3 akan berikatan dengan reseptor spesifik pada Retikulum Endoplasmik (RE) yang link dengan kanal Ca<sup>2+</sup> untuk merangsang lepasnya Ca<sup>2+</sup> dari RE ke sitosol, sehingga kadar Ca<sup>2+</sup> intraseluler menjadi meningkat. Namun demikian, tidak menutup kemungkinan bahwa induksi dari energi gelombang elektromagnetik laser ini jika mengenai membran sel syaraf perifer. PIP3 dalam sitosol akan berikatan dengan reseptor spesifik untuk membuka kanal Ca dan melepaskan Ca<sup>2+</sup> dari retikulum endoplasma menuju ke sitosol. DAG di membran plasma

bersama  $\text{Ca}^{2+}$  berperan dalam merangsang Protein Kinase C (PKC). PKC berperan dalam sintesis gen-gen tertentu dibantu dengan aktivitas  $\text{Ca}^{2+}$  intraseluler (Berridge *et al.*, 2000; Clapham, 2007; Kusuma, 2013).

Aktivitas fisiologi dalam pelepasan neurotransmitter dilakukan oleh PKC serta akan mengaktifkan jalur ionotropik. Jalur ionotropik adalah jalur yang akan menyebabkan depolarisasi membran saraf yang akan menyebabkan potensial aksi dengan terbukanya saluran ion  $\text{Ca}^{2+}$  ekstraselular.  $\text{Ca}^{2+}$  ekstraselular akan masuk melalui *Calcium Sensing Receptor* (CaSR) atau *voltage-gated  $\text{Ca}^{2+}$  channels* (VGCC), akibat  $\text{Ca}^2$  akan bertemu dengan gelembung-gelembung sinaptik. Membran sinaptik akan terbuka dan melepaskan neurotransmitter melalui celah sinaptik dengan cara eksositosis. Neurotrasmitter akan bergerak menuju reseptor post sinap dan apabila ikatan reseptor ini cocok maka akan dilanjutkan menuju otak. Di dalam otak akan terjadi serangkaian reaksi fisiologis (Kusuma, 2017b).

Akibat masuknya  $\text{Ca}^{2+}$  ekstraseluler ini, level  $\text{Ca}^{2+}$  intraseluler meningkat.  $\text{Ca}^{2+}$  akan merangsang gelembung sinaptik untuk melepaskan neuro-transmitter ke celah sinaptik secara eksositosis. Selanjutnya neurotransmitter berdifusi melintasi celah sinap. Akibat masuknya  $\text{Ca}^{2+}$  ekstraseluler akan meningkatkan  $\text{Ca}^{2+}$  intraseluler digunakan untuk merangsang pelepasan neurotransmitter yang dilanjutkan sampai menuju otak. Selanjutnya di otak akan terjadi serangkaian reaksi fisiologis yang ditunjukkan dengan aktifnya  $\text{Ca}^{2+}$  dan Protein Kinase C untuk merangsang *Glutamic Acid Decarboxylase-65* (GAD-65) menjadi aktif. GAD-65 ini dapat merangsang neuron *GABAergic* mensintesis GABA ( *$\gamma$ -Aminobutyric Acid*) berada di jaringan otak. GABA akan merangsang neuron hipotalamus untuk melepaskan *Gonadotropin Releasing Hormone*

(GnRH). GnRH akan merangsang neuron pituitary untuk melepaskan *Gonadotropin Hormone* (GtH-I dan GtH-II) (Kusuma, 2013).

Hipofisis mengontrol fungsi testis dengan memproduksi GtH-I atau *follicle stimulating hormone* (FSH) and GtH-II/*luteinizing hormone* (LH). GtH-I merangsang proses spermatogenesis, melalui pengaruh peran sel-sel Sertoli. Sementara itu GtH-II merangsang produksi androgen melalui peran sel-sel interstisial (sel-sel Leydig). Produksi GtH-I dan GtH-II dipengaruhi oleh sekresi GnRH diproduksi oleh hipotalamus akan meningkatkan kematangan gonad pada hewan jantan (Goldstein, 2000). Untuk mempercepat proses pematangan gonad itu diperlukan teknologi melalui induksi laserpunktur. Induksi laserpunktur terbukti dapat dipergunakan sebagai biostimulasi reproduksi untuk mempercepat pematangan gonad induk lele. Untuk untuk induk lele jantan memerlukan waktu sekitar 4 minggu (Mantayborbir, 2013).

# VII.

## APLIKASI LASERPUNKTUR MEMPERCEPAT PEMATANGAN GONAD IKAN LELE DAN SYARAT-SYARATNYA

### SOP PERSIAPAN INDUK LELE JANTAN DAN PENGOPERASIAN LASERPUNKTUR

#### **Penyiapan Induk Lele**

1. Memilih induk lele jantan yang sehat, gerakannya licah dan gesit serta tidak ada cacat di tubuhnya
2. Bobot tubuh induk lele minimal 1 kg dengan umur sekitar 1 tahun
3. Induk lele diberi pakan khusus untuk induk dengan kadar protein sekitar 38% Pemberian pakan setiap pagi dan sore hari sebanyak 5% dari bobot badan/hari dengan frekuensi pemberian pakan 2x/hari yaitu pada jam 08.00-09.00 dan 16.00-17.00 WIB

#### SOP Menyalakan dan Mematikan Laserpunktur serta Pengaturan Waktu

1. Memasang kabel merah pada *socket* merah dan kabel hitam pada *socket* hitam.  
Pelu diperhatikan : **JANGAN SAMPAI TERBALIK SEWAKTU PEMASANGAN** agar tidak terjadi korsleting
2. Memprogram timer sesuai dengan waktu yang dikehendaki dengan cara memutar *voltage adjustment* ke kanan satu digit untuk 5 detik, 2 digit untuk 10 detik, 3 digit untuk 15 detik.

3. Menekan tombol ON untuk menghidupkan power laser dan akan ke luar sinar laser berwarna merah diikuti dengan bunyi tit tit tit sampai bunyi tersebut berhenti (sesuai dengan pemrograman timer berapa detik).
4. Laser siap digunakan untuk menginduksi induk lele
5. Untuk mematikan laser dengan cara menekan tanda off dan menunggu beberapa saat.
6. Selanjutnya mencabut kabel merah untuk socket merah dan kabel hitam untuk socket hitam.
7. Membersihkan ujung probe laser dengan minyak agar tidak berkarat, setelah itu memasukkan dalam tas dan disimpan di tempat yang kering agar lensa laser tidak terserang jamur.



Gambar 9. Power laserpunktur laserpunktur



Gambar 10. Probe laserpunktur

### **Perhatikan dalam Penggunaan Laserpunktur**

1. Sinar laser jangan langsung mengenai mata dapat menyebabkan kebutaan.
2. Jangan sekali-kali memasang kabel merah pada *socket* hitam dan sebaliknya dapat menyebabkan korsleting.
3. Selalu mengecek power laser. Apabila power laser menunjukkan angka lima ke bawah, maka alat laserpunktur tersebut harus di *charger* selama 2 jam. Baru alat tersebut dapat digunakan kembali
4. Jangan sekali-kali menggunakan alat laserpunktur dalam kondisi tidak prima, sebab alat laserpunktur dapat rusak
5. Setiap selesai menggunakan laser, laser perlu di *charger* selama 2 jam. Hal ini menjaga agar kondisi laser tetap prima
6. Supaya baterai tidak mudah rusak, yang perlu diperhatikan bahwa *power laser* tidak boleh sampai menunjukkan angka nol
7. Apabila volt penunjuk menunjukkan angka nol maka alat laser dinyatakan rusak. Laser tersebut tidak dapat digunakan lagi. Kecuali mengganti baterai dengan yang baru.

### SOP Induksi Larpunktur di Titik Reproduksi Induk Lele Jantan dan Betina

1. Ikan dipuasakan 1x 24 jam sebelum pelaksanaan induksi laserpunktur.
2. Mengambil induk lele dari kolam atau tempat pemeliharaan menggunakan seser pada pagi hari dan diusahakan agar lele tidak stress
3. Satu orang memegang induk lele. Induk lele dibungkus dengan handuk basah agar kondisi tubuhnya tetap lembab, matanya

- ditutup dengan handuk yang basah agar lele tidak stress
4. Induk lele ditempatkan pada tempat yang teduh
  5. Satu unit laserpunktur diambil dan didekatkan dengan induk lele yang akan diinduksi
  6. Memasang kabel pada socket sesuai dengan warnanya
  7. Memprogram timer untuk induk lele dengan waktu 15 detik
  8. Induk lele dibungkus dengan handuk basah dan diletakkan di lantai atau di atas tanah yang berumput dipegang bagian perut di atas dan bagian kepala ditutupi dengan handuk basah.
  9. Bagian permukaan perut di lap dengan handuk.
  10. Induk lele dipegang dalam posisi terlentang dengan bagian perut di atas dan bagian kepala ditutupi dengan handuk basah.
  11. Menentukan letak titik reproduksi untuk ikan lele dengan tepat yaitu di  $\frac{2}{3}$  bagian ventral tubuh dari lubang reproduksi sampai dengan pertemuan pada sirip dada.
  12. Seorang operator lain menekan tombol ON dan melakukan induksi laserpunktur di titik reproduksi selama 15 detik dengan cara menempelkan probe laser pada titik tersebut secara tegak lurus dengan titik reproduksi.



Gambar 11. Cara induksi laserpunktur di titik reproduksi pada ikan lele

13. Perlakuan yang sama diulang setiap 15 hari (induksi laser pada hari ke-15 berikutnya sampai didapatkan kondisi gonad lele jantan atau betina matang



Warna porous genitilis induk lele jantan matang gonad ungu muda

Warna porous genitilis induk lele betina matang gonad ungu kehitaman. Perutnya membesar

Gambar 12. Warna porous genitilis induk lele matang gonad

14. Mematikan laser dengan cara menekan tanda off.
15. Induk lele setelah diinduksi dengan laser dimasukkan kembali ke kolam pemeliharaan. Pemberian tablet vitamin C ke dalam kolam. Tujuannya untuk recovery stress setelah induk lele diinduksi laser.
16. Sore hari baru diberi makan. Jumlah pakan yang diberikan setelah induk diinduksi laser diberikan setengah dari jumlah pakan yang diberikan pada saat sore hari. Pada umumnya nafsu makannya berkurang setelah induk lele diinduksi laser. Satu sampai dua hari nafsu makannya sudah pulih kembali. Jumlah pakan yang diberikan dikembalikan seperti keadaan awalnya.

## **APLIKASI INDUKSI LASERPUNKTUR UNTUK MENDAPATKAN LARVA LELE**

1. Induk ikan lele jantan dan betina diambil dari kolam induk untuk diseleksi dan ditimbang total biomasanya untuk kedua jenis kelamin tersebut untuk menentukan jumlah pakan yang diberikan per harinya



Gambar 13. Kolam induk lele

2. Induk lele jantan dan betina diadaptasikan di kolam induk yang dipisahkan jenis kelaminnya minimal 7 hari. Pemberian pakan khusus untuk induk lele dengan kadar protein kasar/*Crude Protein* (CP) 38%. Banyaknya pakan yang diberikan sebesar 4-5% dari biomasanya dengan frekuensi 2 kali sehari pada saat pagi dan sore hari. Jumlah pakan yang diberikan untuk sore hari lebih banyak daripada yang pagi hari



Gambar 14. Pengesatan kolam untuk mengambil induk lele



Gambar 15. Penimbangan induk lele mengambil induk lele



Gambar 16. Pakan khusus untuk induk lele

3. Pemuaan induk 1x 24 jam sebelum induk-induk lele diinduksi laserpunktur
4. Pengambilan induk lele jantan maupun betina di kolam induk dengan seser besar. Selanjutnya induk lele diambil satu persatu, bagian kepala ditutup handuk yang telah dibasahi dan bagian perut dilap dengan handuk kering. Untuk setiap induk lele diamati warna porus genitalis



Gambar 17. Pengamatan porus genitalis setiap induk lele lele

5. Memprogram timer untuk induk lele dengan waktu 15 detik
6. Mencari letak titik reproduksi dengan tepat
7. Probe laser diinduksikan tepat di titik reproduksi dengan posisi tegak lurus
8. Menghidupkan power laser dengan posisi on selama 15 detik sampai sinar laser yang berwarna merah dan ditunggu sampai warna merah hilang dan jarumnya menunjukkan nolyang menanda laser dalam posisi berhenti



Gambar 18. Induksi laserpunktur di titik reproduksi dan kepala dan sebagian badan induk lele ditutup dengan haduk basah

9. Hal yang sama dilakukan pada semua induk lele setiap 15 hari sekali sampai dihasilkan induk lele matang gonad. Dengan demikian dapat dihasilkan induk lele kondisi matang gonad skala massal.
10. Setelah diperoleh induk lele jantan dan betina matang gonad, menyiapkan kolam pemijahan yang diisi air setinggi 60 cm dan diisi dua kakaban untuk menampung ovum (telur) setelah dioviposisikan (setelah telur dikeluarkan dari saluran reproduksi).
11. Induk lele jantan maupun betina yang matang gonad diambil dan diinduksi laser. Selanjutnya dimasukkan ke dalam kolam pemijahan dan ditunggu sampai lele memijah.
12. Satu (1) x 24 jam setelah induk lele memijah, mengambil induk-induk lele jantan dan betina. Selanjutnya induk-induk lele tersebut dikembalikan di kolam pemeliharaan semula. Telur yang telah dibuahi (terfertilisasi) ditunggu sampai menetas menjadi larva. Sekitar 2-3 hari mengambil kakaban dari kolam induk. Tujuan induksi laserpunktur pada saat kondisi gonad matang adalah untuk mempercepat pemijahan dan telur serta sperma yang matang semuanya segera dikeluarkan di perairan budidaya. Berbeda dengan induk lele tanpa diinduksi laserpunktur, pengeluaran telur dari saluran reproduksinya sampai 2-3 kali dengan selisih sekitar 10 menit.



Gambar 19. Kolam pemijahan, setelah induk memijah dan pengambilan induk. Telur menetas menjadi larva yang dipelihara dalam kolam tersebut

13. Telur yang tidak terfertilisasi berwarna putih keruh dan yang terfertilisasi berwarna putih transparan. Telur yang tidak terfertilisasi dibuang.
14. Setelah telur menetas menjadi larva, larva dapat diberikan pakan alami dan larva berubah menjadi benih. Benih diberi cacing sutra/darah yang berwarna merah, nanolis, Naolis P1 dan Naolis P2, PF 800 dan PF 999.
15. Dilakukan grading berdasarkan ukuran menggunakan ember yang berlubang dengan diameter berbeda-beda yang disesuaikan dengan ukuran yang diinginkan.
16. Hasil grading dipisahkan dan diletakkan pada kolam yang berbeda-beda.
17. Hasil grading dapat dijual berdasarkan ukuran. Pada umumnya pembenih lele dapat menjualnya benihnya setelah satu bulan telur menetas.
18. Hasil grading dipisahkan dan diletakkan pada kolam yang berbeda-beda.

19. Selanjutnya benih-benih lele diberi pakan sesuai dengan ukurannya. Grading terus dilakukan. Tujuan *grading* untuk menghindari kanibal.



## VIII. PENUTUP

*Sustainable Development Goals* (SDGs) dari *United Nations* mencanangkan sampai tahun 2030 kelaparan di dunia harus *Zero Hunger*. Untuk mencapai ke arah tersebut, maka semua komponen masyarakat di dunia harus memaksimalkan potensi sumber daya alam baik yang berasal dari daratan, lautan dan perairan air payau maupun air tawar melalui teknologi tepat guna, murah dan mudah diterapkan. Salah satunya adalah teknologi laserpunktur.

Keunggulan penggunaan induksi laserpunktur di titik reproduksi tepatnya di 2/3 bagian ventral tubuh selama 15 detik dapat mempercepat pematangan gonad dimana ovum maupun spermatozoa yang matang dapat dikeluarkan secara serentak dibandingkan tanpa diinduksi dengan laserpunktur.

Apabila teknologi ini diaplikasikan oleh banyak masyarakat pembenih lele, maka pengadaan induk matang gonad siap dipijahkan untuk menghasilkan benih skala industri dapat tercapai. Dengan demikian, diharapkan dengan menggunakan teknologi laserpunktur, maka SDGs yang diinginkan oleh pemerintah segera tercapai sampai tahun 2030 kelaparan di dunia harus *Zero Hunger*.

## D AFTAR PUSTAKA

- Adewumi, A.A., Olaleye, V.F. and Adesulu, E.A. 2005. Egg and sperm quality of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell) broodstock fed differently heated soybean-based diets. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 1(1):17-22.
- Ajayia, B.B., Ogunsolab, J.O., Olatoyea, O.I, Antiac, R.E, Agbedea, S . 2018. Effects of pituitary extract, ovaprim, and bitter leaf (*Vernonia amygdalina*) on the histopathology of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture and Fisheries* 3:232–237. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2018.10.001>.
- Akankali, J.A., Seiyaboh, E.I. and Abowei, F.N. 2011. Fish hatchery management in Nigeria. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 3(2): 144-154.
- Aliniya, M., Khara, H., Novieri, S.B. and Dadras, H. 2013. Influence of age of common carp (*Cyprinus carpio*) broodstock on reproductive traits and fertilization. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 13:19-25.
- Araoye, P.A. 2001. Morphology of the gonads in the reproductive cycle of *Synodontis schall* (Pisces: Mochokidae) in Asa Lake, Ilorin, Nigeria. *Journal of Aquatic Science*, 16(2):105-110.
- Artemenkov, D.V., Pronina, G.I., Petrushin, A.B. and Voloshin, G.A. 2017. Comparative characteristics of the growth of catfish *Silurus glanis* and *Clarias gariepinus*. *Fish. Fish.* 2 (134), 14–19. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2018.09.005>
- Badan Pusat Statistik (2018) diolah KKP. 2018. Produktivitas Perikanan Indonesia.
- Badan Pusat Statistik, 2017. Diolah Ditjen PDS-KKP.
- Berridge, M.J., Lipp, P. and Bootman, M.D. 2000. The versatility dan

- universality of calcium signalling. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 1: 11-21.
- Bobe, J. and Labbe, C. 2010. Egg and sperm quality in fish. *General and Comparative Endocrinology* 165 : 535-548. doi:10.1016/j.ygcen.2009.02.011.
- Boto, I., Phillips, S. and Andrea M.D. 2013. Fish-farming: the new driver of the blue economy. Brussels Rural Development Briefings a Series of Meeting on ACP-EU Development Issues. Brussels, July 2013.
- Bruton, M.N. 1979a. The breeding biology and early development of *Clarias gariepinus* (Pisces claridae ) in Lake Sibaya, South Africa, with a review of breeding species of the subgenus *Clarias* (clarices ). *Trans. Zool. Soc. London* 35:1- 45.
- Brück, T. and d'Errico, M. 2019. Food security and violent conflict: Introduction to the special issue. *World Development*, 117, 167–171. doi:10.1016/j.worlddev.2019.01.007
- Clapham, D.E. 2007. Calcium signaling. *Cell* . 131: 1047-1058.
- Carrillo, M., Zanuy, S., Oyen, F., Cerdá, J., Navas, J.M. and Ramos, J. 2000. Some criteria of the quality of the progeny as indicators of physiological broodstock fitness. Recent advances in Mediterranean aquaculture finfish species diversification. Zaragoza: CIHEAM. p.61-73. <http://om.cih eam.org/article.php?ID PDF=600606>.
- Çek, Ş. and Wilma, E. 2007. The effect of varying dietary energy on gonad development at first sexual maturity of the Sharptooth catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822. *Aquacult Int* (2009) 17:553–563 doi:10.1007/s10499-008-9224-4.
- Chester, A.N., Martelucci, S. and Scheggi, A.M. 1991. Laser system for photobiology and photo-medicine. NATO ASI Series. Plenum Press. New York.
- Chaves, M.E.A., Araújo, A.R., Piancastelli, A.C.C. and Pinotti, M. 2014. Review : Effects of low-power light therapy on wound healing: LASER x LED. *An Bras Dermatol*:89(4):616-23.

- DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/abd1806-4841.20142519>.
- Cole, M.B., Augustin, M.A., Robertson, M.J. and Manners, J.M. 2018. Perspective open. The science of food security. *npj Science of Food* 2:14 ; doi:10.1038/s41538-018-0021-9.
- Cummings, J.L and McPherson, S. 2001. *Aging Clin. Exp. Res.* 13: 240-246.
- Cowan, M., Azpeleta, C. and López-Olmeda, J.F. 2017. Rhythms in the endocrine system of fish: a review. *Journal of Comparative Physiology B* 1-33.
- Cummings, J.L. and McPherson, S. 2001. *Aging Clin. Exp. Res.* 13: 240-246.
- Dauda, A.B., Natrah, I., Karim, M., Kamarudin, M.S. and Bichi, A.H. 2018. African catfish aquaculture in Malaysia and Nigeria: Status, Trends and Prospects. *Fish Aqua*, 9:5 pp. doi: 10.4172/2150-3508.1000237.
- Dhewantara, Y.L. dan Rahmatia, F. 2017. Rekayasa maturasi menggunakan hormon Oodev terhadap ikan *Synodontis (Synodontis sp)*. *Jurnal Akuatika Indonesia* Vol. 2 No. 1/ Maret 2017 (35-42).
- Effendie, M. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama: Yogyakarta. 163 hal.
- Eyo, V.O., Ekanem, A.P. and Obiekezie A.I. 2012. A comparative study of egg and sperm quality of *Clarias gariepinus* fed unical aqua feed and Coppens commercial fee. *IJBPA*. December 2012, 1(11):1598-1607. ISSN: 2277-4998.
- F.A.O. 2019. *Aquaculture Newsletter* No. 60. August 2019.
- F.A.O. 2018. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals*. Rome.
- F.A.O. 2016. *Fishery and aquaculture country profiles*. Ghana. Country profile fact sheets. In: *FAO Fisheries and Aquaculture Department*, Rome, pp 15.
- F.A.O. 2014. *The State of World Fisheries and Aquaculture. Opportunities and challenges*. Rome.

- Fujaya, Y. 2004. Fisiologi Ikan Dasar Pengembangan Teknik Perikanan. Cetakan pertama. Rineka Putra. Jakarta.
- Godfray, H.C.J., John, R., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M. Toulmin, C. 2010. Review. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science* 327: 812. doi: 10.1126/science.1185383.
- Godfray, H.C.J., Garnett, R. 2014 Review. Food security and sustainable intensification. *Phil. Trans. R. Soc. B* 369: 20120273. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2012.0273>
- Golden, C.D., Seto, K.L., Dey, M.M., Chen, O.L., Gephart, J.A., Myers, S.S., Smith, M., Vaitla, B. Allison, E.H. 2017. Does aquaculture support the needs of nutritionally vulnerable nations? *Aquaculture in Nutritionally Vulnerable Nations. Frontiers in Marine Science. Volume 4. Article 159. 7pp.* doi: 10.3389/fmars.2017.00159.
- Golden, C.D., Allison, E.H., Cheung, W.W.L., Dey, M.M., Halpern, B.S., McCauley, D.J. 2016. Nutrition: fall in fish catch threatens human health. *Nature* 534, 317–320. doi: 10.1038/534317a
- Goldstein, I. 2000. Male sexual circuitry. *Scientific American* 26(2): 70-75.
- Hariani, D. 2015. Pemberian variasi level protein pakan induk dan induksi laserpunktur terhadap kualitas telur ikan lele (*Clarias sp*). Disertasi. Pascasarjana Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Hariani, D., Purnomo, T., dan Purnama, E.R. 2018. Dinamika molekuler androgen banding protein akibat induksi laserpunktur pengaruhnya terhadap peningkatan kadar testosteron dan nilai gonado somatic index induk ikan lele (*Clarias sp*) jantan. Laporan Akhir Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Pertama. Lemlit Unesa.
- Hariani, D. and Pungky, S.W.K. 2019. Combination of feed protein level and laserpuncture induction of broodstock catfish (*Clarias sp.*) to increase estrogen, vitellogenin, and egg

- quality. *Eurasia J Biosci* 13 :769-779.
- Hashmi, J.T., Huang, Y-Y., Osmani, B.Z., Sharma, S.K., Naeser, M.A. and Hamblin, M. R. 2010. Role of Low-Level Laser Therapy in Neuro- rehabilitation. *PM&R*, 2(12), S292–S305. doi:10.1016/j.pmrj.2010.10.013.
- Hunt, W.H., Winker, D.M., Vaughan, M.A., Powell, K.A., Lucker, P.L. and Weimer, C. 2009. CALIPSOLidar Description and Performance Assessment. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 26(7), 1214–1228. doi:10.1175/2009jtecha1223.1
- Izquierdo, M.S, Ndez-Palacios, H. and Tacon, A.G.J. 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish, *Aquaculture*,197, 2001, 25-42.
- Kah, O. and Dufour, S. 2011. Conserved and divergent features of reproductive neuroendocrinology in teleost fishes. *Hormones and Reproduction of Vertebrates*. Academic Press, 2:15-42.
- Kamler, E. 2005. Parent-egg-progeny relationships in teleost fishes: an energetics perspective. *Rev. Fish Biol. Fish.*, 15(4): 399-421.
- Karu, T.I. 2000. Cellular Mechanisms of Low Power Laser Therapy. Institute on Problems of Laser and Informatic Technologies of Russian Academy of Sciences. <http://www.medicine.com/nquest.pdf>
- Kassam, L. 2014. Aquaculture and food security, poverty alleviation and nutrition in Ghana: Case study prepared for the Aquaculture for Food Security, Poverty Alleviation and Nutrition project. WorldFish, Penang, Malaysia. Project Report: 2014-48.
- Kelly, A.M. 2004. Revision. Channel catfish broodfish management. SRAC Publication No. 1802. United States Department of Agriculture, Cooperative State Research, Education, and Extension Service.

- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) (2018). Produktivitas Perikanan Indonesia pada : FORUM MERDEKA BARAT 9. KEMENTERIAN KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA JAKARTA, 19 JANUARI 2018.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2017. Laporan Tahunan 2017. Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia.
- Kert, J. and Rosem, L. 1989. Low Level Laser Therapy. Scandinavian Medical Laser Technology. London.
- Keremah, R.I and Esquire, J. 2014. Comparative assessment of growth performance and economics of production of *Clarias gariepinus* fingerlings in ponds and tanks. Research Article (DOI: <http://dx.doi.org/10.15580/GJAS.2014.2.041513577>)
- Koutna, M., Janisch, R. and Veselka, R. 2003. Effects Of Low-Power Laser Irradiation On Cell Proliferation. Scripta Medica (BRNO). 76 (3): 163–172.
- Won-Kyo, Ki. 2019. The annual reproductive cycle of *Silurus microdorsalis*, a Korean endemic species. Dev. Reprod. 22 (1):1-8. <https://doi.org/10.12717/DR.2018.22.1.001>.
- Kurbanov, A. and Kamilov, B. 2017. Maturation of African catfish, *Clarias gariepinus*, in condition of seasonal climate of Uzbekistan. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 5(2): 236-239.
- Kusuma, P.S.W. 2000. Pengaruh penembakan soft laser He-Ne terhadap siklus reproduksi ikan Nila Thesis. Program Pascasarjana Universitas Airlangga. Surabaya
- Kusuma, P.S.W dan Hariani, D. 2002. Biostimulasi soft laser Helium-Neon (He-Ne) terhadap siklus reproduksi ikan Nila (*Oreochromis sp*). Majalah Berkala Penelitian Hayati, 7 (2) : 85-88.
- Kusuma, P.S.W., Hariani, D., Mukti, A.T. dan Satyantini, W.A. 2007. Aplikasi teknologi laser untuk peningkatan produksi lele dalam rangka pengembangan ekonomi masyarakat ekonomi masyarakat desa di Kabupaten Boyolali Jawa Tengah. LP3K

bekerja sama dengan kelompok Pembudidaya Karya Mina Utama Kabupaten Boyolali

- Kusuma P.S.W., Marhendra A.P.M., Aulanni'am. and Marsoedi. 2012a. Mechanism of gonadotropin hormone release in catfish (*Clarias sp*) upon laserpuncture exposure to reproduction acupoint. International Journal of Basic dan Applied Sciences IJBAS- IJENS. December. 2012, 12(06):177-182.
- Kusuma, P.S.W., Marhendra, A.P.M., Aulanni'am. and Marsoedi. 2012b. Calcineurin expression against the protein kinase C in catfish (*Clarias sp.*) skin tissue following laserpuncture exposures at reproduction acupoints. International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS Vol:12 No:05. 97-10. © October 2012. IJENS.
- Kusuma P.S.W., Marhendra A.P.M., Aulanni'am. dan Marsoedi. 2012c. Mekanisme pelepasan hormon gonadotropin (GtH-II) ikan lele (*Clarias sp*) setelah di induksi laserpunctur pada titik reproduksi. Journal Sains dan Teknologi Indonesia.Vol :12. No: 3. 209-2016.
- Kusuma, P.S.W. 2013. Mekanisme pelepasan hormone gonadotropin ikan lele (*Clarias sp*) setelah dipapar laserpunctur pada titik reproduksi. Disertasi. Pascasarjana Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Kusuma, P.S.W., Ngadiani, Ng. and Hariani, D. 2015. Utilization of laserpuncture induction as spawning stimulation in catfish (*Clarias spp.*) crossbreeding toward egg quality. Egyptian Journal of Aquatic Research (2015) 41, 353–358.
- Kusuma, P.S.W. dan Hariani, D. 2016. Pemberian Kadar Protein dan Induksi Laserpunctur Sebagai Upaya Perbaikan Kualitas Telur dan Sperma Ikan Lele (*Clarias sp*). Laporan Akhir Penelitian Hibah Bersaing. Tahun ke 2 . Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat. Unipa. Surabaya.
- Kusuma, P.S.W. and Hariani, D. 2017. Effect of laser puncture and varied protein diets on the vitellogeninLevel and

- gonadosomatic index of African catfish (*Clarias Sp.*) fed for 8 Weeks. International Journal of Innovative Studies in Aquatic Biology and Fisheries (IJISABF) Volume 3, Issue 1, PP 38-45 ISSN 2454-7662 (Print) & ISSN 2454-7670 (Online) DOI: <http://dx.doi.org/10.20431/2454-7670.0301005> [www.arcjournals.org](http://www.arcjournals.org).
- Kusuma, P.S.W., Hariani, D. 2017b. The role of laserpuncture exposure on gonad maturation mechanism of catfish (*Clarias sp.*) through  $Ca^{2+}$ , PKC and GABA neurotransmitter. Egyptian Journal of Aquatic Research 43:303–305. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2017.10.006>.
- Kusuma, P.S.W. and Hariani, D. 2019. Biological study of increasing vitellogenin level and gonado somatic index by laserpuncture exposure at any protein level of dietary on catfish broodstock (*Clarias sp.*). Eurasia J Biosci 13, 177-183 (2019).
- Laleye, P., Chikou, A., Gnohossou, P., Vandewalle, P., Phillippart, J.C. and Teugels, G. 2006. Studies on the biology of two species of catfish, *Synodontis schall* and *Synodontis nigrityla* (*Ostariophysi mochokidae*) from the Oueme River, Benin. Belgium Journal of Zoology, 136(2):193-201.
- Lahnsteiner, F., Patzner, R.A. 2008. Sperm morphology and ultrastructure in fish. In: Alavi S.M.H, Cosson, J.J, Coward. K & Rafiee. G, (Eds.), Fish Spermatology Alpha Sci. Int. Ltd., Oxford, p 2-61.
- Loshin, L.L. and H.H. Ibrahim. 1988. Effects of broodstock exchange on *Oreochromis niloticus* egg and fry production in net enclosures. The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceeding 15. p : 623.
- Manimegalai, M., Karthikeyeni, S., Vasanth, S., Ganesh. A.S., Vijayakumar, S.T. Subramanian, P. 2010. Morphometric analysis a tool to identify the different variants in a fish species *E. maculatus*. Int. J. Environ. Sci. 4, 481–497.

- Moharram, S.G. and Raky, F.A. 2007. Effect of varying dietary protein sources on growth and spawning performance and gonad maturation of Red Tilapia reared in Sea Water. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10: 3742-3751. doi:10.3923/pjbs.2007.3742.3751.
- Morgan, M.J. 2008. Integrating reproductive biology into scientific advice for fisheries management. *J. Northwest Atl. Fish. Sci.*, 41: 37-51.
- Mukhitova, M.E., Romanov, V.V., Romanova, E. and Lyubomirova, V.N. 2017. Prognostic criteria for the growth and development of the African clareef catfish in conditions of basin aquaculture. *Bull. Ulyanovsk State Agricul. Acad.* 3 (39), 70-79.
- Musa, S.M., Aura, C.M., Ngugi, C.C. and Kundu, R. 2012. Research article The effect of three different feed types on growth performance and survival of African catfish fry (*Clarias gariepinus*) reared in a hatchery. *International Scholarly Research Network ISRN Zoology Volume 20*. Article ID 861364, 6 pages. doi:10.5402/2012/861364
- Ochokwu, I.J., Apollos, T.G. and Oshoke, J.O. 2015. Effect of egg and sperm quality in successful fish breeding. *IOSR Journal of Agricul- ture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)* e-ISSN: 2319-2380, p-ISSN: 2319-2372. Volume 8, Issue 8 Ver. II (Aug. 2015),
- Okoye CN, Udoumoh AF, Dan-Jumbo SO , Eze UU, Ozokoye AC and Ugwu OH (2017) Morphometric and histological features of the testicles of cultured male broodstock African Catfish (*Clarias gariepinus*) at different ages. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society* 68(2), 211-218. doi:http://dx.doi.org/10.12681/jhvms.15607
- Oliveira, M.R., Silva, N.B., Yamamoto, M.E. and Chellappa, S. 2015. Gonad development and reproduction of the ballyhoo half beak, *Hemiramphus brasiliensis* from the coastal waters of Rio Grande do Norte, Brazil. *Braz. J. Biol.*, vol. 75, no. 2, p.

- 324-330. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.12113>.
- Ottolenghi, F., Silvestri, C., Giordano, P., Lovatelli, A. and New, M. 2004. Capture-based Aquaculture. The Fattening of Eels, Groupers, Tunas and Yellowtails. FAO, Rome, Italy. 308 pp.
- Oyelese, O.A. 2006. Water temperature a determinant of fertilization and hatchability rates in artificially induced breeding *Clarias gariepinus* (Teleostei: Clariidae). Research Journal of Biological Sciences 1 (1-4): 83-87.
- Palaniappan, R. 2010. Biological Signal Analysis. Ventus Publishing. London
- Pryor, B.A. 2011. Chapter V. Advances in Laser Therapy for the Treatment of Work Related Injuries. Current Perspectives in Clinical Treatment and Management in Workers' Compensation Cases, 191-201. PP 48-57 [www.iosrjournals.org](http://www.iosrjournals.org). DOI: 10.9790/2380-08824857
- Prein, M., Bergleiter, S., Ballauf, M., Brister, D., Halwart, M., Hongrat, K., Kahle, J., Lasner, T., Lem, A., Lev, O., Morrison, C., Shehadeh, Z., Stamer, A. & Wainberg, A.A. 2012. Organic aquaculture: the future of expanding niche markets. In R.P. Subasinghe, J.R. Arthur, D.M. Bartley, S.S. De Silva, M. Halwart, N. Hishamunda, C.V. Mohan & P. Sorgeloos, eds. Farming the Waters for People and Food. Proceedings of the Global Conference on Aquaculture 2010, Phuket, Thailand. 22–25 September 2010. pp. 549–567. FAO, Rome and NACA, Bangkok. <http://www.fao.org/docrep/015/i2734e/i2734e04c.pdf>
- Puvaneswari, S., Marimuthu, K., Karuppasamy, R. and Haniffa, M.A. 2009. Early embryonic and larval development of Indian catfish, *Heteropneustes fossilis*. EurAsia J. BioSci. 3, 84–96.
- Qadri, S., Shah, T.H., Balkh, M.H., Bhat, B.A., Bhat, F.A., Najar, A.M., Asmi, O.A., Farooq, I. and Aalia, S. 2019. Gonadal maturation and histological observations of *S. curvifrons* in River Jhelum Kashmir. Indian J. Anim. Res., 53(1) 2019: 71-

76. doi:10.18805/ijar.B-3469.
- Rao, A.C. and Krishnan, L. 2009. Studies on the reproductive biology of the female spiny cheek grouper, *Epinephelus diacanthus* (Valenciennes, 1828) Indian J. Fish, 56(2): 87-94.
- Ross, E.V., Childs, J. 2015. Role of beam spot size in heating targets at depth. J Drugs Dermatol;14:1437–1442.
- Sahoo, S.K., Ferosekhan, S., Giri, S.S. 2019. Length–weight relationship and growth performance of different life stages of hatchery-produced magur, *Clarias magur* (Hamilton, 1822). Aquac Res 00:1–7. <https://doi.org/10.1111/are.14018>
- Satyani, D., Subandiyah, S. dan Insan, I. 2008. Penggunaan dua jenis hormon gonadotropin untuk merangsang pemijahan ikan Balasark (*Balanteocheilus melanopterus*). J. Ris. Akuakultur 3(2):157-164. doi: <http://dx.doi.org/10.15578/jra.3.2.2008.157-164>
- Schulz, R.W., Liemburg, M., Garcia-Lopez, A., van Dijk, W., Bogerd, J. 2008. Androgens modulate testicular androgen production in African catfish (*Clarias gariepinus*) depending on the stage of maturity and type of androgen. Gen. Comp. Endocrinol. 156, 154–163.
- Singh, A.K., Ansari, A., Srivastava, S.C. and Shrivastava, V.K. 2015. An appraisal of introduced African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) in India: Invasion and Risks. Annual Research and Review in Biology SNI : 01- 6484.3 – 2000
- Soetomo, M. 2000. Teknik Budidaya Ikan lele Dumbo. Cet.3. Sinar Baru Algensindo. Bandung.
- Solomon, S.G., Okomoda, V.T., Ataguba, G.A. and Ikwuta, Q.A 2015. Hatching success of *Clarias gariepinus* egg using different incubating substrates and varying egg area density. Nigerian Journal of Fisheries Vol. 12 (1).
- Soto, D., Aguilar-Manjarrez, J. and Hishamunda, N. (eds). 2008. Building an ecosystem approach to aquaculture. FAO/ Universitat de les Illes Balears Expert Workshop. 7–11 May 2007, Palma de Mallorca, Spain. FAO Fisheries and

- Aquaculture Proceedings. No.14. Rome, FAO. 221p.
- Taranger, G.L., Carrillo, M., Schulz, R.W., Fontaine, P., Zanuy, S., Felip, A., Weltzien, F.A., Dufour, S., Karlsen, O., Norberg, B. Control of puberty in farmed fish. *Gen Comp Endocrinol.* 2010;165:483–515. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2009.05.004>.
- Thapliyal, A, Kunjwal, S.S. and Dobriyal, A.K 2018. Maturation biology and spawning ethos of a hillstream catfish *Pseudecheneis sulcatus* (McClelland) in a Glacier-fed stream Alaknanda, Garhwal Himalaya, Uttarakhand. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 6(4): 235-238.
- Van Dyk, J.C. 2006. A, qualitative and quantitative assessment of the normal histology of selected target organs of *Clarias gariepinus* and *Oreochromis mossambicus*. PhD Thesis. University of Johannesburg,
- World Bank. 2014. *Fish to 2030: Prospects for Fisheries and Aquaculture*. Washington, DC: World Bank.
- Yalçın, F. 2001. Certain reproductive of the catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) living in the River Asi Turkey. *Turk J Zool*, 25;453-460. © Tubitak
- Yusuf, O.Y., Adeshina, I. and Adewale, A.Y. 2015. Comparative studies of some semen physical characteristics of cultured and wild African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) broodstock. *Gashua Journal of Irrigation and Desertification Studies*, 1(1&2):173-180
- Zohar, Y., Muñoz-Cueto, J.A., Elizur, A. and Kah, O. 2010. Neuro endocrinology of reproduction in teleost fish. *General and Comparative Endocrinology* 165:438–455. doi:10.1016/j.ygcen.2009.04.017.

## GLOSSARIUM

ABP – merupakan protein yang mengikat hormon androgen

Badan Pusat Statistik – adalah Lembaga Pemerintah Non Kementerian yang bertanggung jawab langsung kepada Presiden yang mempunyai 4 peran utama yang terdapat pada UU Nomor 16 Tahun 1997.

Broodstock – adalah induk ikan

Courtship – tingkah laku bercumbuh antara ikan jantan dan betina yang matang gonad yang segera akan kawin (memijah) dan diakhiri dengan perkawinan ditandai dengan dikeluarkan sel-sel telur dan spermatozoa

Durasi induksi laser– adalah lamanya waktu induksi laser di titik reproduksi (satunya detik)

FAO – adalah salah satu organisasi yang berada di bawah Persatuan Bangsa-Bangsa (PBB) yang berkewenangan mengurus berbagai hal yang berhubungan dengan pangan di dunia dan hasil-hasil pertanian

Fertilisasi (pembuahan) – telur-telur (Ova) dibuahi oleh spermatozoa

Fertilisasi ikan secara eksterna – sel-sel telur (Ova) maupun spermatozoa dikeluarkan perairan dan ova dibuahi oleh spermatozoa

Fingerling – adalah tahap akhir dari tahap juvenile dimana ukuran

panjang tubuh ikan sekitar 15 cm. Lambungnya sudah berfungsi merupakan indikator bahwa tahap ini adalah ukuran yang tepat untuk ditebar di kolam

GIFT – merupakan varietas ikan nila hitam berasal dari Philipina hasil persilangan

Gonadotropin Hormon (GtH) – adalah hormone yang dihasilkan oleh pituitary anterior

GSI – digunakan untuk menentukan kondisi keseluruhan ikan mengenai nilai (index) perkembangan gonad ikan.

GtH-I identik dengan FSH (Follicle Stimulating Hormone) – merupakan hormon yang dihasilkan dari pituitary anterior akibat dilepaskan Gonadotropin Releasing Hormone oleh Hypothalamus yang berperan dalam proses gametogenesis dan gonad menghasilkan hormon steroid

GtH-II identik dengan LH (Luteinizing Hormone) – merupakan hormon yang dihasilkan dari pituitary anterior akibat dilepaskan Gonadotropin Releasing Hormone oleh Hypothalamus yang berperan dalam proses pematangan gonad

Hatchery/ pembenihan – merupakan satu unit pengembangan budidaya ikan suatu bentuk unit pengembangan budidaya ikan dimana campur tangan pembudidaya ikan untuk mengoptimalk penanganan induk dan larva yang dihasilkan melalui pembenihan yang baik dan berkualitas.

Inbreeding – hasil menyilangkan (mengawinkan) antara dua ikan atau lebih yang masih mempunyai hubungan kekerabatan yang sangat dekat. Perkawinannya dapat berulang-ulang dengan yang sekerabat

KKP – kementerian dalam Pemerintah Indonesia yang membidangi urusan kelautan dan perikanan. Kementerian Kelautan, dan Perikanan dipimpin oleh seorang Menteri Kelautan dan Perikanan

Kondisi matang gonad – suatu keadaan dimana gonad (testis untuk ikan jantan) menghasilkan spermatozoa matang siap melakukan fertilisasi ovum yang juga dalam keadaan matang

Laser Helium-Neon – adalah penguatan cahaya dari energi gelombang pendek ( $\lambda$  : 632,8 nm) elektromagnetik yang dapat menimbulkan biostimulasi pada jaringan biologi

Laserpunktuktur pada ikan – induksi dari sinar laser dosis rendah pada titik akupunktur di permukaan tubuh ikan yaitu di titik reproduksi

Letak titik induksi laser – induksi laser di titik reproduksi tepatnya di 2/3 bagian ventral tubuh

Morfologi gonad berdasarkan kriteria tahap-tahap kematangan gonad induk lele jantan ditentukan secara makroskopis – merupakan penentuan tahap kematangan gonad induk lele dengan mengamati : bentuk dan warna porous genitalis, warna gonad (testis), diameter

dan panjang testis/gonad, tepi gerigi gonad, gonad menempati berapa bagian dari rongga perut

Morfologi gonad berdasarkan kriteria tahap-tahap kematangan gonad induk lele ditentukan secara mikroskopis – merupakan penentuan tahap kematangan gonad induk lele berdasarkan pengamatan histologi gonad

Neurotransmitter – adalah senyawa organik endogenus membawa sinyal di antara neuron

Porous genitalalis – suatu lubang kelamin pada ikan jantan maupun ikan betina untuk mengeluarkan sel-sel benih yaitu sel-sel telur (ova) atau spermatozoa

Reproduksi ikan – adalah kemampuan individu dari ikan untuk meng- hasilkan keturunan sebagai upaya untuk melestarikan jenisnya atau kelompoknya

SDGs – suatu rencana aksi global yang disepakati oleh para pemimpin dunia, termasuk Indonesia, guna mengakhiri kemiskinan, mengurangi kesenjangan dan melindungi lingkungan. SDGs berisi 17 Tujuan dan 169 Target yang diharapkan dapat dicapai pada tahun 2030.

Siklus reproduksi ikan – suatu keadaan dalam gonad ikan yang meng- alami proses reproduksi terdiri dari tiga periode yaitu periode pre-spawning, periode spawning, dan periode post-spawning. Pada periode pre-spawning, berlangsung penyiapan gonad untuk meng- hasilkan telur dan sperma, peningkatan kematangan gonad dan penyiapan telur dan sperma yang akan dikeluarkan.

Periode pre-spawning merupakan bagian dari proses reproduksi yang paling panjang dibandingkan dengan periode lainnya.

Periode spawning pada ikan adalah proses pengeluaran telur dan sperma dan fertilisasi sel telur oleh sperma. Pada umumnya periode spawning berlangsung dalam waktu singkat.

Periode post-spawning terjadi perkembangan telur yang telah dibuahi, penetasan telur dan pembesaran dari telur menjadi embrio, larva sampai menjadi benih

- Soft laser – Jenis laser dengan gelombang pendek dengan kisaran 600-900 nm dan aman digunakan sebagai terapi, juga dapat bekerja sebagai biostimulasi organ biologi
- Spawning (mijah) – suatu proses dimana ikan yang matang gonad yaitu ikan jantan mengeluarkan spermatozoa dan ikan betina mengeluarkan telur, selanjutnya spermatozoa membuahi (memfertilisasi) telur
- Stripping (mengurut) – pengeluaran sel-sel telur atau spermatozoa ikan dengan cara mengurut bagian perut (bagian ventral) dari atas ke bawah dan akan ke luar melalui lubang kelaminnya atau porous genitalisnya
- Superovulasi – adalah ovum (sel telur) yang diovulasikan lebih banyak dibandingkan dengan kondisi normal akibat diberi perlakuan tertentu. Seperti pada ternak seperti sapi, kambing yang diinduksi dengan laserpunktur
- TKG – merupakan suatu tahapan tertentu dalam perkembangan gonad ikan jantan maupun ikan betina sebelum dan sesudah ikan memijah

# I NDEKS

## A

Air payau, 1, 3, 67

Air tawar 1, 3, 4, 23, 26, 67

Akuakultur 3, 24, 25, 26, 27

industrialisasi akuakultur 3, 25

mempercepat produksi perikanan 25

meningkatkan produksi akuakultur 27

produksi akuakultur 3

produksi akuakultur nasional 27

trend pasar global dan lokal 25

ujung tombak untuk menopang kebutuhan masyarakat akan  
ikan 25

Aktivitas seluler 21

Aplikasi induksi laserpunktur untuk mendapatkan larva 60

satu (1) x 24 jam mengambil induk-induk lele 63

adaptasi Induk lele di kolam induk 63

badan induk lele ditutup dengan handuk basah 58

banyaknya pakan yang diberikan 4-5% 60

benih diberi cacing sutra/cacing darah 64

benih lele diberi pakan sesuai dengan ukuran 65

ember yang berlubang dengan diameter berbeda 64

frekuensi pemberian pakan 2 kali sehari 60

grading berdasarkan ukuran 64

hasil grading benih dijual berdasarkan ukuran 64

induksi laserpunktur di titik reproduksi 52, 58  
induksi laserpunktur setiap 15 hari sekali 63  
induk lele jantan dan betina matang gonad 63  
induk lele jantan-betina matang gonad dimasukkan ke kolam pemijahan 63  
kakaban 63  
kadar protein kasar/Crude Protein (CP) 38% 60  
kebutuhan pakan 61  
kolam larva 64  
kolam benih 64  
kolam induk lele 60  
kolam pemijahan diisi air setinggi 60 cm 63  
larva diberikan pakan alami 64  
laser dalam posisi berhenti 62  
lele memijah 63  
nanolis, Naolis P1 dan Naolis P2, PF 800 dan PF 999 64  
mencari letak titik reproduksi dengan tepat 62  
menghidupkan power laser 62  
memprogram timer 15 detik 62  
ovum 63  
oviposisi 63  
pemberian pakan khusus untuk induk lele 60, 61  
pemuasaan induk 1x 24 jam sebelum induk lele diinduksi laserpunktur 61  
penimbangan berat badan induk 60, 61  
pengambilan induk lele 61  
pengamatan warna porus genitalis 61  
pengesatan kolam 61  
posisi tegak lurus 62  
probe laser diinduksikan tepat di titik reproduksi 62  
seleksi induk ikan lele jantan dan betina matang gonad 61  
seser besar 61

sinar laser yang berwarna merah 62  
telur terfertilisasi ditunggu sampai menetas 63  
telur yang tidak terfertilisasi dibuang 63  
warna merah dari sinar lase hilang 62

## **B**

*Behavior Spawning* 14

Benih 4, 9

benih ikan 17, 25

benih lele 4, 6, 23

benih dibesarkan 4

jumlah benih memadai, waktu tepat & berkesinambungan 37

ketersediaan benih dalam jumlah banyak 4

ketersediaan benih setiap saat 17

kualitas benih di pasaran menurun 5

kualitas dan kuantitas benih 5, 28

pengadaan benih dalam skala massal 42

pengembangan sistem produksi perbenihan ikan 25

penyediaan benih berkualitas 5,28, 37

penyediaan benih unggul 26

produksi induk dan benih lele berkualitas 5

restocking benih ikan 25

Bioteknologi 5, 24

peran bioteknologi 24

penyediaan induk dan benih unggul 24

Bioflok 24, 25

budidaya ikan ramah lingkungan 24

budidaya lele dapat berkelanjutan 24

efisiensi penggunaan pakan 24

menjaga kualitas perairan 24

pemberian probiotik secara kontinu 24

Biologi reproduksi 6

biologi reproduksi lele 9, 31

biostimulasi reproduksi 18, 29, 54

organ reproduksi 29

teknologi reproduksi 29

Budidaya ikan 4, 5, 17, 23, 24, 25, 26, 28, 31, 36, 37

asuransi usaha budidaya 25

budidayanya berkesinambungan 26

budidaya ramah lingkungan 24, 26, 27

budidaya ikan air tawar 26

daya dukung lingkungan budidaya 26

induk dan benih unggul 26

intensifikasi budidaya ramah lingkungan 26

kualitas perairan 23, 24, 27

lele jantan hasil budidaya 44

mengatur kondisi perairan budidaya 9

mengembangkan budidaya ikan 9

modernisasi proses budidaya 24

pakan yang sesuai dan efisien 26

pembenihan (*hatchery*) ikan lele 17

pakan alami 25

pengembangan sistem produksi pembudidayaan 25

peningkatan produksi ikan air tawar 26

penerapan teknologi terapan adaptif perikanan budidaya 25

pengembangan sistem prasarana dan sarana budidaya 25

pengembangan sistem usaha pembudidayaan ikan 25, 31

penyedia lapangan kerja 26

perbaikan manajemen budidaya ikan lele 4

perbaikan breeding budidaya ikan lele 4

perbaikan feeding budidaya ikan lele 4

potensi dan prospek 16  
produktivitas ikan budidaya dapat ditingkat 22  
program diversifikasi pangan 23  
sarana dan prasarana budidaya 25  
usaha budidaya ikan 37

## **C**

*Courtship* 14  
desir kuat dari ekor betina 13  
kondisi lingkungan 44  
musim pemijahan 44  
organ genital eksternal 44  
perut induk ikan 44

## **D**

Daratan 1, 67

## **E**

Endokrin 38

## **F**

Faktor eksternal 15, 37  
adanya lawan jenis dalam satu kolam 15  
datangnya air baru 15  
feromon 15  
fotoperiod 15  
perubahan suhu 15  
petrichort 15  
Faktor internal 15, 35  
aktivitas endokrin 15  
neuroendokrin 15  
hormon gonadotropin 15

faktor hormonal 4

pematangan gonad 4, 6, 29, 31, 32, 51, 55

Fertilisasi 13, 14

telur terfertilisasi 13, 14

Fingerling 3, 32, 36,

fekunditasnya banyak, larva, benih berkembang menjadi

fingerling 32

ketersediaan fingerling 32

stok induk kondisi matang gonad siap dipijahkan 32

## **G**

Gama Amino Butiric Acid (GABA) 36

Gametogenesis 36

Ginjal 10

Gonad 4, 10

gonadnya menjelang matur 42

HCG (Human Chorionic Gonadotropin) 16

letak gonad 10

LHRH-a (Luteinizing Hormone Releasing  
 Hormone-analog) 16

matang gonad 4, 6, 9, 11, 12, 24, 27, 28, 29, 32, 34, 35, 36, 37,  
 44, 45, 46, 9, 63,

mempercepat pematangan gonad 4, 6, 18, 29, 35, 37, 38, 40, 51,  
 54, 55

menentukan kematangan gonad 6

menginduksi pematangan gonad 16

menginduksi ovulasi 16

menginduksi pemijahan 16

menginduksi spermiasi 16

- merangsang pematangan gonad 15
- merangsang pemijahan lele 15
- morfometrik gonad 44
- oodev 16
- ovaprim 16
- pematangan gonad 51, 54
- pemberian hormon eksogen 15
- penyuntikan ekstrak hipofisa 15
- puncak kematangan gonad 13
- sepasang gonad 10
  
- Gonado Somatic Index (GSI) 20, 21, 33, 34, 35, 38, 39, 40, 41, 42,  
43, 46, 49
  - bobot badan bertambah besar, GSI meningkat 38
  - berat badan, berat gonad untuk menentukan GSI 35, 39
  - GSI menunjukkan kematangan gonad induk lele 33
  - GSI digunakan untuk menentukan TKG 33
  - GSI maksimum sebelum pemijahan 38
  - GSI menurun setelah pemijahan 38
  - indikator pematangan gonad 21, 31, 32, 35
  - pemilihan calon induk ikan akan dipijahkan 32
  - pengetahuan tahap kematangan gonad sangat penting 32
  - perkembangan gonad menilai GSI 34
  
- Hormon 15, 36
  - ABP (Androgen Binding Protein) 37
  - ABP yang memacu pembentukan sperma 37
  - aksis otak-pituitary-gonad 36
  - GnRH 36
  - Gonadotropin Hormon (GtH-I dan GtH-II) 36
  - GtH-I 36
  - GtH-II 36
  - hormon androgen 36

hormon reproduksi 36  
hormon steroid 36  
HCG (Human Chorionic Gonadotropin) 16  
ICSH (Intertitial Cell Stimulating Hormone) 37  
LHRH-a (Luteinizing Hormone Releasing Hormone-analog)  
memacu spermatogenesis 16  
merangsang perkembangan dan proliferasi sel Sertoli 37  
merangsang perkembangan tubulus seminiferus dan sel sertoli  
merangsang sel intersitial atau sel Leydig 37  
oodev 16  
ovaprim 16  
produksi hormon reproduksi 36  
testosterone 37, 40,

## I

Ikan 9, 25

Ikan lele 4, 5, 6, 9, 10, 15, 17, 18, 20, 23, 24, 27, 28, 29, 37, 38, 43, 45

ikan siap dikonsumsi 9

Induk 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 23

induk lele 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 24, 27, 28, 29, 30, 32-46, 51, 54, 55,

induk dan benih unggul 24, 26

induk lele betina 10, 11, 13

induk lele betina matang gonad 10, 59

induk lele jantan 33, 35, 40, 44, 45, 47, 54, 55

induk lele matang gonad 4, 5, 6, 10, 23, 24, 29, 63

induk lele belum pernah memijah 35, 38, 42

induk lele matang gonad pertama kali 10

induk dengan kondisi matang gonad siap dipijahkan 4

induk lele jantan dan betina 13, 57, 60, 63

induk diberi pakan berkualitas (khusus pakan induk) 9, 35, 39  
induk cepat matang gonad 9, 12  
induk pokok lele jantan 10  
induk siap dipijahkan 4, 9, 10, 12, 32, 42  
induk tetap mau memijah 10  
ketersediaan induk 4, 5  
ketersediaan induk unggul 37  
ketersediaan induk matang gonad 4,27, 28, 32  
kualitas induk kurang mendapatkan perhatian khusus 5  
mempercepat induk lele dipijahkan 6  
pembedahan induk lele jantan 44, 45  
peningkatan produksi induk 5  
penyediaan induk berkualitas 5  
setelah induk dipijahkan 12

Ikan 1, 42

dilarang mengambil ikan menggunakan kapal pukat harimau 2  
ikan air tawar 3  
ikan air payau 3  
ikan air laut 3  
ikan dan non-ikan 2,17  
ikan dan non-ikan kaya akan sumber protein 2  
ikan dan non-ikan kaya lemak esensial 2  
ikan dan non-ikan kaya mineral-mineral 2  
ikan dan non-ikan kaya vit 2  
ikan dan non-ikan bernilai ekonomis tinggi 2  
ikan konsumsi 2  
ikan lele 6, 15,17, 20  
ikan dan non-ikan dengan ukuran benih 2  
Ikan dan non-ikan ukuran konsumsi 2  
Ikan dan non-ikan sampai ukuran induk 2

Ikan nila hitam varietas GIFT (Genetic Improvement Farmer Tilapia) 19,	
Ikan siap dikonsumsi dalam jumlah 4, 9	
kapal-kapal asing mengambil ikan dan non-ikan di wilayah teritorial Indonesia 2	
kandungan gizi 23	
keberlanjutan ikan 2	
komoditas tertinggi ikan lele 3	
memenuhi permintaan ikan ke depannya 3	
menunjang kesehatan 23	
nelayan ikan 2	
keberlanjutan ikan terjaga dan berlangsung terus menerus 2	
penangkapan besar-besaran ikan dan non-ikan 2	
pasokan ikan dan non-ikan terjaga 2	
pembesaran ikan dan non-ikan melalui jaring apung 2	
penangkapan besar-besaran pada ikan dan non-ikan di laut 2	
penenggelaman kapal-kapal asing mengambil ikan dan non-ikan 2	
produksi ikan budidaya 3	
produksi ikan lele 3	
spesies ikan air tawar 3	
sumber penyedia ikan dan non-ikan 2	
sumber protein hewan 2, 23	
ukuran ikan dan non-ikan 2	
Inbreeding 5	
Inovasi teknologi 1	
teknologi yang ramah lingkungan 1	

## J

## K

Kakaban 14, 63

Kelangsungan hidup 11, 37

Kementerian Kelautan dan Perikanan 3, 23

Kearifan lokal 2

Kendala pembenih 6,23

besarnya kebutuhan induk dan benih ikan lele 27

biaya pakan 28

cara budidayanya masih konvensional 28

kelompok pembenih lele 29

ketersediaan benih dapat menghambat produktivitas usaha  
budidaya 28

kualitas induk menurun, benih yang dihasilkan sedikit 28

kualitas dan kuantitas benih menurun 28

manajemen pakan untuk induk lele kurang diperhatikan 28

memijahkan ikan lele menunggu musim 28

pemakaian hormon sintetis mahal 28

pemakaian hormon sintetis terus-menerus efek kurang baik 28

penggunaan teknologi laserpunktur masih terbatas 29

permintaan benih lele tidak sebanding ketersediaan induk  
matang gonad 28

permintaan benih lele tidak sebanding ketersediaan induk  
matang gonad 28

produksi benih sulit mencapai target 28

sulit diproduksi benih dalam jumlah besar secara terus-  
menerus 28

teknik budidayanya masih belum optimal 28

Keturunan 9

Kesehatan manusia 2

kesehatan masyarakat 1

Kesejahteraan rakyat 2

Kolam 12, 13

kolam induk 14, 60

kolam pemijahan dari kolam semen 13

kolam pemijahan dari kolam terpal 13

revitalisasi tambak/kolam 25

Konsumsi manusia 3

Kondisi lingkungan 9, 14

kondisi perairan budidaya 9

## L

Larva 9, 14

larva mampu berenang dalam waktu 14

merawat larva 9

perkembangan larva 14

perubahan larva menjadi benih 14

Laserpunktur 4, 6, 17, 18, 19, 20, 21, 23

Androgen Biding Protein (ABP) 20

Aplikasi/induksi laserpunktur 6, 19, 20, 30, 34, 35, 37-47,  
51, 60

berdaya dan berkekuatan 18

biostimulator bioreproduksi 6, 17

biostimulasi pada jaringan dan organ biologi 18

biostimulasi laserpunktur 17

durasi laser 19, 41

energi gelombang elektromagnetik pendek 17

frekuensi penembakan laser 20

GtH-I dan GtH-II 20

induksi laserpunktur 6,19,20, 21, 30, 34, 35, 37-44, 46, 52

jenis laser 17, 18

jenis laser gelombang pendek (soft laser) He-Ne 17  
laserpunktur dapat mempercepat pematangan gonad 4  
laserpunktur Helium-Neon (He-Ne) 51  
laser sudah dalam posisi “on” 51  
luaran luas cahaya 18  
kepala induk lele ditutup dengan handuk 30, 58  
kisaran aman untuk biostimulasi reproduksi 18  
maksimal luaran daya laser 19  
mekanisme induksi laserpunktur 6, 51  
mempercepat pematangan gonad ikan 6, 51, 55  
mempercepat penyediaan induk (broodstock) 17  
mempercepat penyediaan benih secara massal dan kontinyu 17  
memperpendek siklus reproduksi lele 18  
mengeluarkan sinar merah 51  
meningkatkan aktivitas enzim dan hormon 20  
meningkatkan hormon gonadotropin 20  
meningkatkan potensi reproduksi 6, 17  
mengoperasikan unit laserpunktur 30  
menunjang keberhasilan, keberlanjutan dan perkembangan  
budidaya ikan lele 17  
ovum dan spermatozoa matang gonad serentak dikeluarkan 18  
operator laserpunktur 29,30  
panjang gelombang 18, 52  
panjang gelombang aman sebagai biostimulasi organ biologi 18  
pengaruh optimal 20  
penguatan cahaya 17  
perangsang pematangan gonad induk lele 29  
perangsang mempercepat pemijahan 29  
probe 30, 51, 56, 57  
rekayasa reproduksi 17  
sinar merah ke luar dari laserpunktur 30  
sinar laserpunktur menembus epidermi-dermis 30

teknologi tepat guna 4, 17  
testosteron 20  
ujung probe laser 30, 56  
unit laserpunktur 21, 29, 30  
waktu pematangan gonad lebih pendek 20  
waktu pengulangan induksi laserpunktur 19, 20

Lautan 1, 67

Lingkungan 1, 9

kondisi lingkungannya tidak mendukungnya 9  
kondisi pancaroba 9  
mengatur kondisi lingkungan budidaya 9

## **M**

Manajemen 5

manajemen induk 9  
mengelola budidaya ikan berkelanjutan 31  
manajemen pakan induk lele 5  
pindahkan induk ke kolam semula 12  
peningkatan dukungan manajemen 25  
pemisahan induk berdasarkan jenis kelamin 12  
perawatan induk setelah dipijahkan 12  
tahapan perawatan induk 12

Mekanisme induksi laserpunktur 6

aktivasi 51  
aktivitas  $Ca^{2+}$  intraseluler 53  
aktivitas fisiologi 53  
berdifusi 53  
Calcium Sensing Receptor (CaSR) 53  
celah sinaptik 53  
daya laser 19, 52

depolarisasi 51  
diarahkan ke titik reproduksi 53  
diasilgliserol (DAG) 52  
energi gelombang elektromagnetik 51, 52  
enzim phospholipase C (PLC) 52  
eksositosis 39  
GABA ( $\gamma$ -Aminobutyric Acid) 53  
Glutamic Acid Decarboxylase-65 (GAD-65) 53  
gelembung-gelembung sinaptik 53  
Gonadotropin Releasing Hormone (GnRH) 53  
GtH-I atau follicle stimulating hormone (FSH) 54  
GtH-II/luteinizing hormone (LH). 54  
fosforilasi 52  
hidrolisis cyclic Adenosine Monophosphate (cAMP) 52  
hidrolisis cyclic Guanosine Monophosphate (cGMP) 52  
hidrolisis phosphatidylinositol (4,5)-bisphosphate (PIP2) 52  
induksi leserpunktur 54  
induksi leserpunktur di titik reproduksi induk lele 51  
IP3 berikatan dengan reseptor spesifik 52  
hipofisis 54  
hipotalamus 54  
jaringan otak 53  
jalur ionotropik 52, 53  
jalur metabotropik 51  
kadar  $\text{Ca}^{2+}$  intraseluler meningkat 52  
kanal  $\text{Ca}^{2+}$  52  
lama paparan 52  
laserpunktur 51  
laser posisi “on” 51  
lepasnya  $\text{Ca}^{2+}$  52  
lepaskan neuro-transmitter 53  
level  $\text{Ca}^{2+}$  intraseluler meningkat 53

luas keluaran cahaya 52  
masuknya  $\text{Ca}^{2+}$  ekstraseluler 53, 54  
melepaskan neurotransmitter 53  
melintasi celah sinap 53  
membuka kanal  $\text{Ca}^{2+}$  52  
membran plasma 52  
membran sinaptik terbuka 53  
membran sel syaraf perifer 52  
membrane sel syaraf terbuka 51  
menembus epidermis sampai dermis 51  
mengeluarkan sinar merah 51  
meningkatkan kematangan gonad jantan 54  
neuron GABAergic 53  
neuron pituitary 54  
neuron hipotalamus 53  
neurotransmitter 53  
otak 53  
panjang gelombang cahaya laser 52  
peka rangsang 51  
pelepasan neurotransmitter 53  
pelepasan Gonadotropin Hormone (GtH-I dan GtH-II) 54  
pembuluh darah 51  
permukaan kulit ikan 51  
potensial aksi 51  
potensi tinggi 51  
phosphatidyl inositol (3,4,5)-trisphosphate (PIP3) 52  
probe laserpunktur Helium-Neon (He-Ne) 51  
produksi androgen 54  
proses spermatogenesis 54  
protein G sub unit  $\alpha$  52  
Protein Kinase C (PKC) 52  
rangsang sinar laserpunktur 51

reseptor membran sel syaraf jaringan kulit 51  
reseptor post sinap 53  
resistensi rendah 51  
Retikulum Endoplasmik (RE) 52  
second messenger 52  
sel-sel aktif 51  
sel-sel interstisial (sel-sel Leydig) 54  
sel-sel Sertoli 54  
serangkaian reaksi fisiologis 53  
sinar laser jenis soft He-Ne 51  
mensintesis 53  
sintesis gen-gen tertentu 53  
signal transduksi intraselular 52  
sitosol 52  
titik reproduksi 51  
ujung-ujung saraf perifer 51  
voltage-gated  $Ca^{2+}$  channels (VGCC) 53

Melestarikan jenis ikan 9

Memijah 13

membentuk amplexus 14  
membentuk huruf U 14  
memijah pertama kali 19  
perairan dangkal 14  
pasangan keduanya agresif 14  
pasangan induk terisolasi 14  
posisi lele jantan melengkung disekitar kepala betina 14  
postur pemijahan lele 15  
ritual ikan lele memijah 15  
tingkah laku induk lele memijah 15  
waktu memijah beberapa detik 14

Menetas 14

sel telur terfertilisasi menetas 14

kondisi lingkungan mendukung sel telur menetas 14

Mensejahteraan rakyat 2

larangan kapal-kapal asing mengambil ikan dan non-ikan di wilayah teritorial Indonesia 2

dilarang mengambil ikan menggunakan kapal pukat harimau 2

Morfologi/morfometrik 5, 3 bentuk tubuh lele 7

bobot badan 10, 55

bobot badan pertama kali matang gonad 10

bobot gonad 55

diameter testis 43

diameter telur 10

gambaran morfologi gonad lele jantan 45

gerakan lele 11

gerigi testis 49

indikator penentuan induk matang gonad 45

kondisi pakan 44

kondisi induk lele matang gonad siap dipijahkan 12

kulit di bagian perut tipis 10

lumen testis 45

morfologi gonad 5, 45

morfometrik gonad 44

morfologi tubuh luarnya 10

panjang badan 43

panjang testis 43

parameter pertumbuhan 43

pembedahan gonad 44, 45

pemeriksaan visual porous genitalis 45

perkembangan gonad 45

perut tampak membesar 10

perut bila diraba terasa lembut 10  
porous genitalnya membengkak 10, 45  
warna kulit tubuh lele 10, 45  
warna porous genitalnya 10, 43, 44, 45  
warna testis 43, 45, 46

Musim penghujan 13

## **N**

Neuron hipofisis 36

Neuron hypothalamus 36

Nutrisi 1

Nutrien 1

## **O**

Oosit 10, 13

diameter oosit 10

jumlah oosit matang 10

oosit (telur) sepanjang tahun 13

warna oosit matang 10

Ovum 10, 18

melepaskan telur bersamaan waktunya dengan pelepasan  
sperma 13

sel telur (ovum) terfertilisasi akan menetas 13, 14

Ovulasi 15

## **P**

Pakan 5

aktivitas fisiologi ikan 40

bahan baku untuk proses spermatogenesis 38  
berat badan, berat gonad 40  
dibutuhkan saat pematangan gonad 39  
cukup protein, lemak, kalsium dan fosfat 40  
fungsi endokrin normal 38  
hidup pokok & aktivitas reproduksi 40  
kadar hormon gonadotropin (GtH-I dan GtH-II ) rendah 39  
kecukupan protein 37  
kecukupan asam amino dalam pakan 38  
kekurangan pakan 39  
kelambatan perkembangan gonad 39  
kelenjar pituitary anterior 39  
kualitas pakan 5  
komponen protein 39  
kualitas sperma 39  
kurangnya energi 39  
mempercepat pematangan gonad induk lele 37  
meningkatkan berat testis 38  
nutrisi esensial 39  
pakan formula untuk induk lele jantan 42  
pakan induk berkualitas 5, 38, 39, 41, 42, 44  
pakan benih berkualitas 5  
pakan pembesaran lele 5  
pemberian pakan tidak optimal 39  
peningkatan nilai GSI 40  
peningkatan dan penurunan nilai GSI, terkait dengan tahapan spermatogenesis 40  
perbaiki kualitas spermatozoa 38  
performan reproduksi ikan lele 37  
perkembangan gonad 37  
pertumbuhan dan perkembangan gonad 37  
produksi hormon Testosteron rendah 39

proses pematangan gonad lambat 39  
protein pakan 38, 39  
sektor pakan 5  
sintesis maupun pelepasan hormon dari kelenjar endokrin 38  
spermatozoa yang dihasilkan tidak banyak 39  
tubuli semeniferi testis 40

#### Pangan 1

ikan sumber pangan 35  
ikan sebagai sumber protein hewani 1  
keamanan pangan 1  
kebutuhan pangan 3, 31  
kelaparan 35, 67  
kelaparan dapat ditekan sekecil mungkin 35  
keseimbangan permintaan pangan 1  
ketersediaan pangan 1  
ketahanan pangan 1,23, 37, 42  
ketahanan pangan yang berkelanjutan 1,23  
masyarakat mengkonsumsi pangan yang sehat dan bergizi 35  
penyediaan pangan 1, 42  
pemasok kebutuhan pangan 3  
sustainable pengadaan sektor pangan 35  
sumber protein 2, 23, 37

#### Panjang badan 10

panjang standar 10

#### *Parent stock* 10

#### Peluang pembenih lele 6, 23

banyak orang membudidayakan lele 23  
budidaya intensif lele 24  
cara budidaya 23  
disukai oleh semua kalangan 23

induk lele matang gonad jumlahnya cukup 24  
induk lele matang gonad tersedia setiap saat 24  
kandungan gizi 23  
keberhasilan program bioflok 24  
konsumsi lele tinggi 24  
padat penebaran 23  
peningkatan mutu dan keamanan hasil perikanan 24  
peningkatan produktivitas lele 16  
potensi dan prospek 23  
prospek ekonomi serta peluang pasar ikan lele begitu cerah dan menjajikan 28  
produktivitas tinggi 23  
sentra pembenih lele 27  
tahan terhadap kualitas perairan rendah 23  
teknologi dalam budidaya lele 24

#### Pembenihan 5, 9, 17

budidaya pembenihan lele peluang untuk pembenih lele 27  
budidaya pembenihan lele peluang untuk pengepul lele 27, 28  
budidaya pembenihan lele peluang untuk pemasok di daerah 27, 28  
budidaya pembenihan lele peluang untuk pembesaran lele 28  
ketersediaan induk ikan lele matang gonad dalam jumlah banyak 28  
kunci keberhasilan target produksi benih 28  
pembenihan lele 5, 9, 12, 17, 26, 27  
penyediaan benih ikan lele bermutu 28

#### Pembesaran ikan lele 5

#### Pemijahan 10

jenis pemijahan lele 13  
hormon ovaprim 29

- lele memijah malam hari sampai dengan dini hari 13
- memijahkan 4
- pemijahan induk lele 11, 13
- pemijahan tidak ada hambatan 10
- proses pemijahan tidak ada hambatan 10
- rangsang pemijahan 29
- ritual pemijahan 13
- siap dipijahkan 9, 10, 11, 32
- waktu 30 hari ikan nila di laser dapat berpijah tiga kali 20
- waktu 30 harian ikan nila dalam kondisi alami berpijah satu kali 20
  
- Pembenih 9, 10, 11, 12, 23
- desiminasi 26
- kualitas induk dan benihnya tetap unggul 26
- monitoring dan evaluasi ketat 26
- pembenih lele 9
- pembenihan milik pemerintah, swasta , perseorangan 26
- unit-unit pembenihan 26
  
- Pembudidaya 9
  
- Penanganan reproduksi ikan 4
  
- Penetasan telur 14
- kondisi lingkungan seperti suhu 14
- suhu optimal 14
- suhu perairan budidaya 14
  
- Pendekatan molecular 4
  
- Penelitian transdisipliner 1
  
- Perairan air tawar 1
  
- Perikanan budidaya 3, 5, 24
- budidaya air tawar 26

- intensifikasi usaha perikanan budidaya 26
- kecepatan produksi ikan budidaya 4
- menghasilkan nilai tambah 24
- meningkatkan daya saing 24
- nilai tambah dan meningkatkan daya saing 24
- padat penebaran 23
- perikanan budidaya air tawar 26
- pengembangan perikanan budidaya 24
- pengembangan industrialisasi perikanan budidaya 27
- pertumbuhannya perikanan budidaya terus meningkat 4
- produksi perikanan budidaya air tawar 26
- tahan terhadap kualitas perairan rendah 23
- nilai ekonomis tinggi 24
- tidak memiliki garis pantai untuk budidaya lele 24
- Perikanan tangkap 3
  - produksi ikan hasil tangkapan cenderung stagnan 3
- Pertumbuhan 1
  - perolehan devisa Negara 26
  - pertumbuhan ekonomi rakyat 26
  - populasi manusia 1
  - produktivitas pangan 1
- Potensi reproduksi 6, 17, 21
  - biologi reproduksi lele 9
  - Gonad lele jantan matang akibat induksi laser 34
  - induk matang gonad 27, 28, 32, 44
  - induk matang gonad dengan induksi laser 34
  - karakter morfologi gonad 32
  - keberhasilan reproduksi ikan budidaya 31
  - kondisi fisiologis reproduksi induk ikan 31
  - kualitas telur dan sperma 31

- mengevaluasi performan reproduksi ikan 31
- mengobservasi morfologi gonad 32
- mengoptimalkan potensial reproduksi induk 31
- parameter reproduksi 31
- pematangan gonad 31
- pemijahan dan setelah memijah sangat diperlukan 31
- penanganan reproduksi ikan 4, 32
- perkembangan gonad 4
- potensi reproduksi gonad lele 17, 21
- potensi reproduksi dipacu secara internal & eksternal 35
- tepat untuk memijahkan 32
- ujung tombak dalam budidaya ikan 31
  
- Potensi sumber daya alam 1, 67
  
- Protein hewani 2, 3, 23
  - kebutuhan masyarakat akan protein hewani 2
  - jumlah pakan 29, 59, 60,
  - protein pakan 38, 39, 40
  - sumber protein hewani 2
  
- Produksi ikan lele 4, 5, 6, 24
  - meningkatkan produksi/produktivitas ikan lele 5
  - komoditas tertinggi 23
  - pertumbuhan produksi ikan 24
  - total produksi perikanan budidaya 24
  
- Posterior 10
  
- R**
  
- Recovery 12, 28
  - recovery untuk dapat memijah lagi 28
  
- Reproduksi ikan 9

faktor-faktor pendukung reproduksi ikan 9  
faktor-faktor penghambat reproduksi lele 9  
kriteria reproduksi lele 10, 11  
mengelola kondisi reproduksi induk lele secara optimal 32

Rongga perut 10

## S

Seleksi 11

benih pertumbuhan cepat 12  
daya tetas 11  
indukan bersertifikat 11  
kelangsungan hidup 11  
prestasi produksi 11  
tahan terhadap penyakit 12

Serum darah 36

Siklus pematangan gonad 12

siklus pematangan gonad induk lele 12  
siklus reproduksi 18

SOP 12, 55

Induksi laserpunktur di titik reproduksi 41, 42, 51, 58  
2/3 bagian ventral tubuh 58  
15 detik 58  
bagian perut lele di atas dibungkus handuk basah 58  
bagian permukaan perut di lap kering 58  
cara induksi laserpunktur 58, 59  
ikan dipuasakan 1x 24 jam 57  
induk lele tidak stress 57  
induk lele dibungkus handuk basah 57  
induk lele dipegang dalam posisi terlentang 58

induksi laserpunktur 58  
kolam pemeliharaan induk 60  
lubang reproduksi 58  
mata lele ditutup dengan handuk basah 58  
matang gonad 59  
menempelkan probe laser di titik reproduksi 58  
menentukan letak titik reproduksi 58  
mengambil induk lele dari kolam 57  
nafsu makannya berkurang setelah induk lele diinduksi laser 59  
operator 58  
pagi hari 60  
pemberian tablet vitamin C dalam kolam 59  
pertemuan pada sirip dada 58  
perut lele membesar 59  
recovery stress 59  
satu unit laserpunktur 558  
seser ikan 58  
setiap 15 hari sekali 59  
tegak lurus dengan titik reproduksi 58  
tempat teduh 58  
titik reproduksi 58  
tubuh lele tetap lembab 58  
ungu muda 59  
warna porous genitalis 59  
Persiapan induk lele 55  
bobot tubuh induk lele minimal 55  
frekuensi pemberian pakan 55  
gerakannya licah dan gesit 55  
kadar protein pakan 55  
memilih induk lele jantan 55  
pakan khusus untuk induk 55  
pemberian pakan 55

- penyiapan induk lele 55
- sehat 55
- tidak ada cacat di tubuhnya 55
- umur 55
- waktu pemberian pakan 55
- Pengoperasian Laserpunktur 55
  - menyalakan dan mematikan laserpunktur 55
  - jangan sampai terbalik sewaktu memasang socket 55
  - lensa laser 56
  - memasang kabel pada socket 55
  - membersihkan ujung probe laser 56
  - memprogram timer 55
  - memutar voltage adjustment 55
  - mencabut kabel merah pada socket 56
  - menekan tombol ON 56
  - mengidupkan power laser 56
  - mematikan laser dengan cara menekan tanda off 56
  - pemberian minyak 56
  - penyimpanan laser di tempat kering 56
  - power laserpunktur 56
  - probe laserpunktur 56
  - sinar laser warna merah 56
  - tidak berkarat 56
  - tidak terserang jamur 56
- Perhatikan dalam penggunaan laserpunktur 57
  - jangan menggunakan alat laserpunktur dalam kondisi tidak prima 57
  - memasang kabel socket sesuai dengan warnanya 57
  - power laser tidak boleh sampai menunjukkan angka nol 57
  - selalu mengecek power laser 57
  - selesai menggunakan laser, laser perlu di charger selama 2 jam 57

sinar laser jangan langsung mengenai mata 57  
volt penunjuk menunjukkan angka nolm alat laser dinyatakan  
rusak 57

Sistem intervensi terpadu 1

Spawner 13

kondisi lingkungan 44

musim pemijahan/spawning 44

Spermiasi 15

Spermatozoa 7,18

hormon androgen 20, 36

hormon testosteron (androgen) 37

inisiasi perkembangan spermatogenik menjadi spermatozoa  
motil 41

keberadaan sperma sepanjang tahun 13

pakan formula khusus untuk induk lele 41

protein pakan induk lele 37

sel intersitial atau sel Leydig 37

spermatogenesis 36

spermatozoa matang dikeluarkan serentak 7

testosteron dan ABP mengendalikan spermatogenesis 40

*Stripping* 10, 11

Suhu 9, 14

perubahan suhu perairan 9

suhu ekstrim rendah 10

suhu ekstrim tinggi 9

suhu optimal 14

suhu perairan 9

suhu ideal untuk penetasan telur dan larva lele 14

*Sustainable Development Goals (SDGs)* 1, 67

Sustainable 9

Synchronous 13

## **T**

Teknologi 2, 17, 54

keunggulan penggunaan teknologi laserpunktur mempercepat pematangan 6

dan ovum & spermatozoa matang dikeluarkan serentak 7, 18, 67

penerapan teknologi yang aplikatif dan inovatif 26

pengembangan usaha budidaya ikan dan non-ikan 17

perkembangan teknologi pesat 17

teknologi lama telah banyak digunakan 17

teknologi laserpunktur 4,6,17, 23, 29, 67

teknologi ramah lingkungan 2

teknologi tepat guna 4, 17, 67

teknologi semi modern 4

teknologi tepat guna, murah dan mudah diterapkan 67

Tingkat Kematangan Gonad (TKG) ikan 20, 33

besar kecilnya gonad lele jantan 31, 32

diameter testes 43, 47

gerigi gonad lele jantan 33, 43, 45, 46, 49

gonad lele jantan 34

gonadnya menjelang mature 42

gonad semakin berat dan TKGnya semakin tinggi 32, 34

ikan siap dipijahkan 4

induk ikan lele jantan matang (mature, ripe) 45

kondisi morfologi porous genitalisnya 45

kondisi reproduksi induk lele 32

kriteria tahap-tahap kematangan gonad	32
maturing	43
menentukan kondisi induk lele memijah	34
morfologi gonad	43
panjang organ reproduksi	44
penentuan TKG secara makroskopis maupun mikroskopis	32, 44
perkembangan gonad	32
profil TKG	41, 43
proses pematangan gonadnya semakin cepat	35
rongga tubuh	44
tepi testis	35, 39, 45
TKG I induk lele belum siap dipijahkan	20
TKG I induk lele jantan belum matang	33
TKG II induk lele jantan mulai matang	33, 41, 42
TKG III induk lele jantan matang	33, 41, 43
TKG III induk lele	34, 36, 39, 41, 43
TKG IV induk lele matang sekali ,siap dipijahkan	20, 36, 39, 41, 43
status perkembangan gonad	43
warna dan keadaan gerigi	49
warna gonad lele jantan	33, 34, 35, 36
warna porus genitalis	43
Titik reproduksi	6, 19, 20, 21, 30, 35, 38, 40, 42, 51
aktivitas reproduksi	9
induksi laserpunktur tegak lurus di titik reproduksi	30
letak titik induksi laser pada lele	19, 21
letak titik reproduksinya	19, 58, 62
mengetahui letak titik reproduksi dengan tepat	30
probe tegak lurus dengan permukaan titik reproduksi	30
sifatnya spesies spesifik	19

titik reproduksi induk lele jantan 40, 57

ventral tubuh 19, 20, , 21, 30, 35, 38, 41, 58, 67

Tingkah laku induk lele memijah 15

## U

Umur 10

umur minimal dipijahkan 10

umur pertama kali matang gonad 10, 42,43

*United Nations* 67

## Y

Yolk (kuning telur) 14

penyerapan yolk 14

## Z

*Zero hunger* 1, 67