

REPRODUKSI IKAN

MENGGUNAKAN TESTIS TERNAK



Reproduksi pada setiap jenis ikan berbeda-beda tergantung kondisi lingkungan, ada yang berlangsung setiap musim dan ada juga yang tergantung pada kondisi tertentu setiap tahunnya. Dalam keadaan normal, ikan melangsungkan pemijahan minimum satu kali dalam satu daur hidupnya. Hampir semua jenis ikan pemijahannya berdasarkan reproduksi seksual yaitu terjadinya penyatuan sel reproduksi organ berupa telur dari ikan betina dan spermatozoa dari ikan jantan

Ikan melakukan reproduksi secara eksternal. Dalam melakukannya ikan jantan dan ikan betina akan saling mendekat, lalu ikan betina akan mengeluarkan telur. Kemudian, ikan jantan akan mengeluarkan spermanya, sperma dan telur akan bercampur di dalam air (yang disebut dengan oviparus). Apabila dalam suatu populasi terdiri dari ikan-ikan yang memiliki perbedaan seksualitasnya, maka disebut dengan populasi.

Dr. Indra Cahyono, S.Pi., M.M.

Frida Alifia, S.Pi., M.P.

Kariyanti, S.Pi., M.Si.

Anand Aditya, S.Pi.

Tri Bayu Perkasa

REPRODUKSI IKAN MENGUNAKAN TESTIS TERNAK



REPRODUKSI IKAN MENGUNAKAN TESTIS TERNAK

Copyright@penulis 2024

Penulis:

Dr. Indra Cahyono, S.Pi., M.M.

Frida Alifia, S.Pi., M.P.

Kariyanti, S.Pi., M.Si.

Anand Aditya, S.Pi.

Tri Bayu Perkasa

Editor

Dr. Ir. Sri Mulyani, M.M.

Tata Letak & Sampul:

Tim Chakti Pustaka Indonesia

vi + 105 halaman

15,5 x 23 cm

Cetakan: 2023

Dicetak oleh: Chakti Pustaka Indonesia

ISBN: 978-623-8300-43-3

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang memperbanyak seluruh atau sebagian isi buku ini
tanpa izin tertulis penerbit



Penerbit: Chakti Pustaka Indonesia
Jl. Ir. Sutami Ruko Villa Mutiara Indah
Kelurahan Bulurokeng, Kec. Biringkanaya
Makassar - 90241

KATA PENGANTAR

Selamat datang di dunia reproduksi ikan melalui pendekatan yang inovatif dan berkelanjutan. Buku yang Anda pegang ini, "Reproduksi Ikan Menggunakan Testis Ternak", merupakan hasil dari kerja keras, penelitian mendalam, dan pengalaman praktis dalam upaya meningkatkan produksi ikan secara efisien dan berkelanjutan.

Ikan merupakan salah satu sumber protein hewani yang sangat berharga bagi manusia. Namun, dengan meningkatnya permintaan ikan di pasar global, tantangan dalam pembiakan dan pemeliharaan ikan pun semakin kompleks. Dalam konteks ini, teknologi reproduksi menjadi kunci untuk memenuhi kebutuhan pasar tanpa mengorbankan keberlanjutan dan kesejahteraan ikan.

Melalui buku ini, para pembaca akan diperkenalkan dengan konsep-konsep dasar tentang reproduksi ikan, khususnya dengan memanfaatkan testis ternak sebagai salah satu metode yang efektif. Berbagai teknik, prosedur, serta best practices akan diuraikan secara detail, memberikan wawasan mendalam bagi para praktisi, peneliti, dan pihak-pihak yang berkecimpung dalam industri perikanan.

Saya berharap, melalui buku ini, kita dapat memperkuat fondasi ilmiah dan praktik dalam reproduksi ikan, sehingga mampu menciptakan industri perikanan yang lebih berkelanjutan, produktif, dan berdaya saing. Terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku ini, serta kepada Anda, pembaca, yang telah memilih untuk mempelajari dan mendukung pengembangan sektor perikanan.

Selamat membaca dan semoga buku ini memberikan manfaat yang besar bagi perkembangan industri perikanan di Indonesia dan dunia.

Hormat Kami,

DAFTAR PUSTAKA

Kata Pengantar iii

Daftar Isi v

BAB I PENDAHULUAN 1

BAB II DASAR REPRODUKSI IKAN 12

A. Ovarium 12

B. Testes 14

C. Seksualitas Ikan 16

D. Sifat Seksual Primer dan Sekunder 20

E. Strategi Reproduksi..... 22

BAB III RUANG LINGKUP DAN ASPEK

PEMULIAAN IKAN 26

A. Klasifikasi dan Deskripsi Ikan Lele Dumbo
(*Clarias Gariepinus*) 26

B. Deskripsi Testis Ayam 35

C. Deskripsi Jantanisasi / Maskulinisasi 39

BAB IV PENTINGNYA TESTIS TERNAK DALAM

PEMULIAAN IKAN 51

A. Pengantar Tentang Testis Ternak..... 51

B. Peran Hormon dalam Proses Reproduksi.... 53

C. Keunggulan Penggunaan Testis Ternak54

BAB V METODE PENGGUNAAN TESTIS TERNAK

DALAM REPRODUKSI IKAN 57

A.	Seleksi dan Persiapan Testis Ternak.....	57
B.	Proses Pindahan dan Adopsi Teknik Reproduksi	289
C.	Pengawasan dan Manajemen Selama Proses Produksi	62
BAB VI	STUDI KASUS	65
A.	Penelitian Terbaru dalam penggunaan Testis Ternak	65
B.	Implikasi Praktis untuk Industri Perikanan	80
BAB VII	TANTANGAN DAN PELUANG.....	81
A.	Kendala dalam penggunaan Testis Ternak	81
B.	Strategi Mengatasi Tantangan	82
C.	Potensi Pengembangan Lebih Lanjut.....	85
D.	Pertimbangan Etika dalam pemuliaan ikan.	88
E.	Dampak Lingkungan dari Penggunaan Testis Ternak	91
F.	Strategi Keberlanjutan untuk pemuliaan ikan	93
G.	Peran Teknologi dalam meningkatkan Efisiensi Reproduksi	96
H.	Inovasi Baru dan Perkembangan dalam teknologi Pemuliaan Ikan.....	99
	DAFTAR PUSTAKA	105

BAB I

PENDAHULUAN

Pengembangan budidaya air tawar semakin digalakkan dan cenderung mulai menerapkan pola budidaya semi intensif dan intensif. Di masa depan, pasokan hasil perikanan diharapkan dari budidaya lebih besar dibandingkan dari penangkapan. Dengan demikian, budidaya ikan merupakan merupakan salah satu sumber pertumbuhan ekonomi yang harus diwujudkan melalui sistem budidaya yang bersaing dan berkelanjutan.

Salah satu komoditas perikanan yang cukup terkenal di masyarakat Indonesia adalah ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). Ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) merupakan salah satu jenis ikan lele hibrida yang baru diintroduksikan ke Indonesia dari negara Taiwan. Ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) merupakan hasil kawin silang antara ikan lele asli Taiwan (*Clarias focus*) dengan ikan lele Afrika (*Clarias mossambicus*). Ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) memiliki pertumbuhan yang cepat dan dapat mencapai ukuran besar dalam waktu relatif pendek (Suyanto, 2002).

Peluang pasar ikan *C. gariepinus* tidak hanya terbatas untuk memenuhi kebutuhan pasar konvensional seperti konsumen rumah tangga, restoran atau rumah makan yang membutuhkan pasokan ikan *C. gariepinus* ukuran konsumsi. Setiap subsistem dalam budidayanya juga memiliki pasar yang membutuhkan pasokan ikan *C. gariepinus* dari berbagai jenis ukuran, tergantung pada

subsistem usaha budidaya ikan yang dilakukan. Umumnya pembesaran ikan *C. gariepenus* membutuhkan waktu 2-6 bulan, tergantung pada ukuran benih yang ditebarkan. Ikan *C. gariepenus* yang siap konsumsi memiliki berat 100-160 gram/ekor (Budiawan, 2013).

Ikan *C. gariepenus* menjadi komoditas unggulan dibidang perikanan karena mudah dibudidayakan, dapat dipelihara dengan padat tebar yang tinggi dalam lahan terbatas dan hemat air. Selain itu, ikan *C. gariepenus* memiliki pertumbuhan yang cepat, relatif tahan terhadap penyakit, dan teknologi budidaya ikan *C. gariepenus* relatif mudah dikuasai masyarakat, modal usaha yang relatif rendah, dipastikan banyak menyerap tenaga kerja, dan sudah terbukti menjadi usaha yang menguntungkan (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2006).

Usaha budidaya ikan *C. gariepenus* dibagi dalam dua kegiatan besar yang harus ditingkatkan secara bersamaan yaitu usaha pembenihan dan pembesaran. Kedua kegiatan ini tidak dapat dipisahkan dalam prosesnya, kegiatan pembenihan merupakan kegiatan awal dalam budidaya (Mulia et al., 2016).

Susanto (1996), untuk menunjang keberhasilan budidaya ikan, salah satu faktor yang menentukan adalah tersedianya benih yang memenuhi syarat baik kualitas, kuantitas maupun kontinuitasnya. Benih yang tersedia dalam jumlah banyak tetapi kualitasnya rendah hanya akan memberatkan petani pembesaran karena hasilnya tidak seimbang dengan kualitas pakan yang diberikan. Sementara benih yang berkualitas bagus tetapi jumlahnya terbatas

juga tidak akan meningkatkan produksi usaha pembesaran karena akan timbul kekurangan benih yang cukup serius.

Ikan *C. gariepenus* merupakan salah satu jenis ikan yang sangat diminati oleh masyarakat. Dalam usaha pembenihan ikan lele saat ini banyak menggunakan teknik pemijahan buatan yang banyak membutuhkan induk jantan. Sedangkan pada keadaan normal rasio ikan betina lebih tinggi jika dibandingkan 2 dengan ikan jantan. Untuk itu kebutuhan induk jantan ikan lele ini harus ditingkatkan agar proses pembenihan berjalan lancar. Menurut Murni (2011), proses penjantanan ikan penting untuk meningkatkan kesejahteraan peternak dan produksi ikan nasional. Selain ongkos produksi yang murah, “Jantanisasi” ikan memiliki nilai ekonomi tinggi, karena masa tumbuhnya cepat dan panen pun lebih sering. Karena seluruh energi ikan pejantan digunakan untuk tumbuh, tidak seperti betina yang sebagian energinya digunakan untuk pematangan telur. Bentuk, ukuran, dan warna ikan jantan pun jauh lebih unggul dibanding si betina.

Kegiatan budidaya ikan *C. gariepenus*, ketersediaan benih dalam kualitas dan kuantitas yang cukup merupakan faktor mutlak yang sangat menentukan keberhasilan usaha. Untuk mendapatkan benih yang berkualitas baik dalam jumlah yang cukup dan berkesinambungan, haruslah melalui pembenihan secara terkontrol yaitu dengan melakukan pemijahan buatan (inducet breeding) yang diikuti dengan pembuahan buatan (artificial fertilization) (Khairani, 2018).

Khairani (2018) juga mengatakan bahwa perkembangbiakan secara alami, banyak bergantung kepada kesiapan induk yang matang gonad dan biasanya terjadi pada musim-musim tertentu saja. Untuk mengatasi masalah yang timbul dan untuk meningkatkan produksi khususnya pembudidaya ikan *C. gariepenus* maka perlu ditingkatkan usaha budidaya yang lebih intensif. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pemijahan buatan yang dimana ikan jantan *C. gariepenus* akan dijadikan ikan donor untuk diambil spermnya. Mengingat pemijahan ikan *C. gariepenus* secara buatan, memiliki keunggulan penetasan dan sintasan yang tinggi serta tahan terhadap penyakit.

Rosmidar (2016), ikan jantan merupakan faktor yang penting dalam budidaya lele, karena dalam perkembangannya benih ikan jantan memiliki keunggulan yang besar untuk memacu produksi ikan lebih cepat, masa panen lebih singkat, dan menambah nilai ekonomis para petani ikan. Selain itu pemijahan buatan pada ikan lele mengharuskan membunuh ikan jantan karena tidak dapat distripping, kondisi tersebut mengakibatkan ketersediaan jantan semakin berkurang sehingga ketersediaan ikan jantan sangat penting untuk pemenuhan kebutuhan tersebut. Untuk memenuhi permintaan benih yang unggul dan calon induk jantan ikan *C. gariepenus* maka dilakukanlah metode sex reversal (maskulinisasi).

Sex reversal (maskulinisasi) merupakan metode yang dilakukan untuk membuat jumlah ikan lele jantan lebih banyak yang kemudian dipersiapkan sebagai calon induk. Untuk memperoleh benih ikan jantan yang unggul dapat

dilakukan pejantanan atau disebut juga dengan istilah sex reversal, sebagai suatu teknologi yang membalikkan arah pengembangan kelamin menjadi berlawanan. Salah satu teknik yang dapat digunakan dalam meningkatkan jumlah ikan jantan yaitu teknik maskulinisasi. Maskulinisasi sudah banyak dilakukan dengan menggunakan bahan yang berbeda-beda, misalnya pemberian hormon androgen pada fase diferensiasi gonad ikan. Perubahan lingkungan yang disebabkan pemberian hormon dari luar dapat menyebabkan rangsangan pada sistem syaraf ikan dan memacu pelepasan hormon gonadotropin untuk pembentukan gonad jantan (Arfah, 2013).

Maskulinisasi pada ikan dapat menggunakan hormon steroid seperti hormon 17α -metiltestosteron. Namun berdasarkan surat keputusan menteri kelautan dan perikanan KEP.20/MEN/2003 yang diperbaharui KEP.52/MEN/2014 bahwa hormon 17α -metiltestosteron masuk dalam klasifikasi obat keras yang dapat mempengaruhi keamanan pangan dan kelestarian lingkungan. Penggunaan Hormon MT telah dibatasi karena dikhawatirkan meninggalkan efek residu, baik di ikan maupun di perairan. Lebih lanjut Zairin (2002) menyatakan bahwa aplikasi sex reversal untuk maskulinisasi dapat dilakukan dengan menggunakan bahan sintesis hormon 17α -metiltestosteron secara oral (melalui pakan), perendaman (pada stadia embrio, larva atau induk) dan suntikan (implantasi). Zairin (2002) telah berhasil melakukan maskulinisasi ikan nila hingga 100% dengan pemberian pakan yang mengandung hormon 17α -metiltestosteron sebanyak 50 mg/kg selama 42 hari.

Namun, penggunaan Depik, 2(2): 82-86 Agustus 2013 ISSN 2089-7790 83 hormon 17α -metiltestosteron dilaporkan memiliki dampak negatif yaitu efek karsinogenik (menyebabkan kanker) jika diterapkan untuk ikan konsumsi dan menimbulkan pencemaran lingkungan (Sudrajat dan Sarida, 2006). Selain itu harga hormon ini relatif mahal dan sulit untuk diperoleh. Melihat permasalahan tersebut, diperlukan penggunaan bahan alternatif lain yang aman dan ramah lingkungan dalam sex reversal. Salah satu cara yang dianggap aman adalah penggunaan bahan alami.

Oleh karena itu, perlu dicari bahan alternatif yang lebih aman bagi kesehatan lingkungan dan manusia. Salah satu bahan alternatif yang berpotensi sebagai pengganti hormon sintetik adalah testis ayam. Testis ayam menjadi pilihan bahan alternatif dikarenakan sangat efektif dan efisien yang dimana mudah didapatkan dan mengandung hormon testosteron (Sutiyono, 2001).

Testis adalah organ reproduksi pada ayam yang berfungsi memproduksi spermatozoa, semisal plasma dan hormon testosteron. Spermatozoa merupakan sel kelamin jantan yang mutlak diperlukan untuk menghasilkan generasi baru melalui fungsinya yaitu membuahi ovum. Semisal plasma merupakan cairan semen yang berguna untuk media transportasi sehingga memudahkan dalam ejakulasi waktu perkawinan dan memberikan pohon spermatozoa baik dalam alat reproduksi jantan maupun setelah berada dalam alat reproduksi betina. Testosteron merupakan hormon kejantanan yang berfungsi untuk membantu

pembentukan spermatozoa dan menumbuhkan sifat kelamin jantan terutama membangkitkan libido seksual (Sutiyono, 2001).

Alat reproduksi unggas jantan terdiri atas alat kelamin pokok dan alat kelamin pelengkap. Alat kelamin pokok adalah organ yang langsung membentuk spermatozoa yaitu testis. Alat kelamin pelengkap terdiri atas saluran testis yang menuju kloaka yaitu epididymis, vas defferens dan papillae (Sarengat, 1982). Sistem reproduksi unggas jantan terdiri dari dua testis bentuknya elips dan berwarna terang dan menghasilkan sperma yang masing-masing mempunyai sebuah saluran sperma yang bernama vas defferens serta sebuah kloaka yang menjadi muara dari sistem reproduksi tersebut (Srigandono, 1997).

Unggas jantan berbeda dari ternak lainnya, karena testis tidak turun dalam skrotum tetapi tetap dalam rongga badan. Testis menghasilkan sperma untuk membuahi telur yang berasal dari hewan betina. Testis yang berbentuk bulat kacang tersebut besarnya berbeda-beda menurut umur dan besar unggas. Permukaan testis diselaputi oleh suatu jaringan fibrosa yang kuat yang diteruskan kedalam testis membentuk kerangka penunjang tununan testis (Sarwono, 1993).

Studi morfometrik testis dari setiap jenis atau spesies telah ditetapkan bahwa perlu menilai dan memperkirakan perubahan kuantitatif dalam komponen testis dan fungsi spermatogenik dengan memperhatikan faktor-faktor seperti usia (Johnson dan Neaves, 1981; Wang et al., 1993), musim (Hochereau-de Reviers and Lincoln, 1978), hormon (Varadaraj et al., 2001) dan obat (Desouky et al.,

1991). Metode kuantitatif telah digunakan dalam menilai struktur testis dan fungsi pada berbagai kondisi fisiologis dan patologis. Data yang dihasilkan dari studi morfometrik berkorelasi positif dengan fungsi testis (Omeke dan Igboeli, 2000).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Leni Shara Anggelina Aritonang (2020) dengan berbahan dasar testis sapi sebagai pengganti hormon 17α -metiltestosteron, menunjukkan bawa lama perendaman larva ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap persentase ikan nila berjenis kelamin jantan yang dihasilkan. Persentase ikan nila berjenis kelamin jantan pada umur 60 hari pemeliharaan pada perlakuan P0, P1, P2 dan P3 sebesar 52,83%, 85,71%, 74,49% dan 62,41%.

Ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) merupakan salah satu hasil perikanan budidaya yang menempati urutan teratas dalam jumlah produksi yang dihasilkan. Selama ini ikan lele menyumbang lebih dari 10 persen produksi perikanan budidaya nasional dengan tingkat pertumbuhan mencapai 17 hingga 18 persen. Departemen Kelautan dan Perikanan (DKP), menetapkan ikan lele sebagai salah satu komoditas budidaya ikan air tawar unggulan di Indonesia. Tingginya angka konsumsi dalam negeri dan terbukanya pangsa pasar ekspor, memastikan komoditas ikan air tawar ini menjadi penyumbang devisa negara yang sangat menjanjikan. Ikan lele merupakan komoditas perikanan budidaya air tawar yang mempunyai tingkat serapan pasar cukup tinggi, baik di pasar dalam negeri maupun ekspor.

Peningkatan produksi ikan *C. gariepinus* di Indonesia didorong oleh tingginya permintaan terhadap ikan *C. gariepinus*, baik ukuran benih maupun ikan *C. gariepinus* ukuran konsumsi. Tingginya permintaan terhadap ikan *C. gariepinus* baik benih maupun ikan *C. gariepinus* konsumsi tidak terlepas dari program pemerintah yang mencanangkan Indonesia sebagai produsen terbesar ikan konsumsi atau hasil budidaya dunia Tahun 2015 (Lukito, 2002).

Ikan *C. gariepinus* merupakan salah satu jenis ikan yang sangat diminati oleh masyarakat. Dalam usaha pembenihan ikan *C. gariepinus* saat ini banyak menggunakan teknik pemijahan buatan yang banyak membutuhkan induk jantan. Sedangkan pada keadaan normal rasio ikan betina lebih tinggi jika dibandingkan 2 dengan ikan jantan. Untuk itu kebutuhan induk jantan ikan *C. gariepinus* ini harus ditingkatkan agar proses pembenihan berjalan lancar.

Pemijahan buatan pada ikan *C. gariepinus* mengharuskan membunuh ikan jantan karena tidak dapat distripping, kondisi tersebut mengakibatkan ketersediaan jantan semakin berkurang sehingga ketersediaan ikan jantan sangat penting untuk pemenuhan kebutuhan tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan maskulinisasi atau jantanisasi ikan *C. gariepinus* untuk mempertahankan stok induk dalam usaha pembenihan ikan *C. gariepinus*.

Maskulinisasi pada ikan dapat dilakukan dengan menggunakan hormon steroid seperti hormon 17α -metiltestosterone. Namun berdasarkan surat keputusan menteri kelautan perikanan KEP.20/MEN/2003 yang diperbaharui KEP.52/MEN/2014 bahwa hormon 17α - metiltestosterone masuk dalam

klasifikasi obat keras yang dapat mempengaruhi keamanan pangan dan kelestarian lingkungan. Penggunaan Hormon MT telah dibatasi karena dikhawatirkan meninggalkan residu, baik di ikan maupun di perairan. Oleh karena itu perlu dicari bahan alternatif yang lebih aman bagi kesehatan lingkungan dan manusia. Salah satu bahan alternatif yang berpotensi sebagai pengganti hormon sintetik adalah testis sapi, karena testis sapi mengandung hormon testosteron yang dapat digunakan dalam proses maskulinisasi, yaitu efek perubahan dari betina ke jantan (Adamu et al., 2006).

Metode maskulinisasi telah banyak diterapkan dengan berbagai cara seperti penggunaan hormon dan perubahan lingkungan. Pemberian hormon androgen pada fase diferensiasi gonad pada ikan mampu meningkatkan proses maskulinisasi. Dengan pemberian hormon ini mampu memicu rangsangan pada sistem syaraf dan memacu pelepasan hormon gonadotropin untuk pembentukan gonad jantan (Arfah et al., 2013).

Ada beberapa cara dalam mengamati maskulinisasi seperti pengamatan secara morfologi, cara ini ideal untuk ikan – ikan yang memiliki dimorfisme yang jelas antara jantan dan betina, metode histologi dilakukan untuk pengamatan terhadap penampakan jaringan gonad untuk penampakan hasil dari pewarnaan gonad yang menggunakan metode pewarnaan asetokarmin. Metode analisis asetokarmin mengikuti metode Guerrero dan Shelton (1974).

Testis sapi merupakan bahan alami yang sering digunakan dalam proses penjantanan ikan. Berdasarkan beberapa hasil penelitian dengan menggunakan

testis sapi menunjukkan testis sapi mengandung hormon testosteron alami yang sangat tinggi. Selain itu tepung testis sapi mudah didapat, harga relatif murah dan ukurannya besar (Muslim 2011). Pemberian hormon yang berasal dari testis sapi pada fase awal pertumbuhan gonad ketika diferensiasi kelamin belum terarah. Namun demikian, bila diintervensi dengan bahan-bahan tertentu seperti tepung testis sapi maka perkembangan gonad dapat berlangsung berlawanan dengan seharusnya (Zairin Jr 2002). Hormon testosteron juga salah satu parameter yang mempengaruhi perubahan kelamin ikan dari betina ke jantan, semakin tinggi hormon testosteroone yang diberikan pada ikan semakin tinggi pula presentase ikan tersebut untuk menjadi jantan. Dimana tingkat keberhasilan teknik alih kelamin akan sangat ditentukan oleh jumlah hormon yang diberikan, lama waktu perlakuan, dan frekuensi perlakuan baik melalui pemberian hormon melalui pakan maupun dengan teknik perendaman (Piferrer, 2001; Devlin dan Nagahama, 2002), maka dari itu diperlukan penambahan hormon testosteron yang ada pada testis sapi. Seperti penelitian sebelumnya menggunakan testis sapi pada ikan nilam (*Osteochilus hasselti*) parameter yang diamati meliputi parameter utama adalah persentase kelamin jantan, betina dan interseks, serta parameter menunjang adalah kelangsungan hidup, laju pertumbuhan dan kualitas air. Dan juga penelitian pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) mengamati persentase jantan.

BAB II

DASAR REPRODUKSI IKAN

Fungsi reproduksi pada ikan pada dasarnya merupakan bagian dari sistem reproduksi yang terdiri dari komponen kelenjar kelamin atau gonad, dimana pada ikan betina disebut ovarium sedang pada jantan disebut testis beserta salurannya. Pada prinsipnya, seksualitas pada ikan terdiri dari dua jenis kelamin yaitu jantan dan betina. Ikan jantan adalah ikan yang mempunyai organ penghasil sperma, sedangkan ikan betina adalah ikan yang mempunyai organ penghasil telur. Sifat seksual primer pada ikan ditandai dengan adanya organ yang secara langsung berhubungan dengan proses reproduksi, yaitu ovarium dan pembuluhnya pada ikan betina, dan testis dengan pembuluhnya pada ikan jantan. Sifat seksual sekunder ialah tanda-tanda luar yang dapat dipakai untuk membedakan ikan jantan dan ikan betina.

A. OVARIUM

Pada kelompok Teleostei terdapat sepasang ovarium yang memanjang dan kompak. Ovarium terdiri dari oogonia dan jaringan penunjang atau stroma. Mereka tergantung pada bagian atas rongga tubuh dengan perantara mesovaria, di bawah atau di samping gelembung renang (jika ada). Ukuran dan perkembangannya pada rongga tubuh bervariasi dengan tingkat kematangannya. Pada keadaan matang, ovarium bisa mencapai 70 % dari berat tubuhnya.

Sebagian besar pada waktu masih muda warna keputih-putihan dan menjadi kekuning-kuningan pada saat matang. Pada chondrichthyes, oviduct (Mullerian duct) dengan corong masuk (ostium tubes abdominalis) di ujung terletak di bagian depan rongga tubuh. Telur melewati oviduct menuju cloaca dan keluar melalui lubang genital. Pada chondrichthyes yang ovipar, bagian depan jaringan oviduct dimodifikasi menjadi kelenjar cangkang (shell-gland); sedangkan pada ovipar dan vivipar, bagian belakang oviduct membesar menjadi suatu uterus tempat penyimpanan anak ikan selama perkembangan embrioniknya. Keadaan yang demikian ditemukan pada ikan dipnoi, Acipenseriformes dan bowfin. Pada ovarium terdapat oosit pada berbagai stadia tergantung pada tipe reproduksinya (Nagahama dalam Hoar, 1983). Menurut Harder (1975) tipe reproduksi dibagi menjadi a) tipe sinkronisasi total dimana oosit berkembang pada stadia yang sama. Tipe ini biasanya terdapat pada spesies ikan yang memijah hanya sekali dalam setahun; b) tipe sinkronisasi kelompok dengan dua stadia, yaitu oosit besar yang matang, di samping itu ada oosit yang sangat kecil tanpa kuning telur; dan c) tipe asinkronisasi dimana ovarium terdiri dari berbagai tingkat stadia oosit. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi fungsi reproduksi pada spesies ikan terdiri dari faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal meliputi curah hujan, suhu, sinar matahari, tumbuhan dan adanya ikan jantan. Pada umumnya ikan-ikan di perairan alami akan memijah pada awal musim hujan atau pada akhir musim hujan, karena pada saat itu akan terjadi suatu perubahan lingkungan atau kondisi perairan yang dapat merangsang ikan-ikan untuk

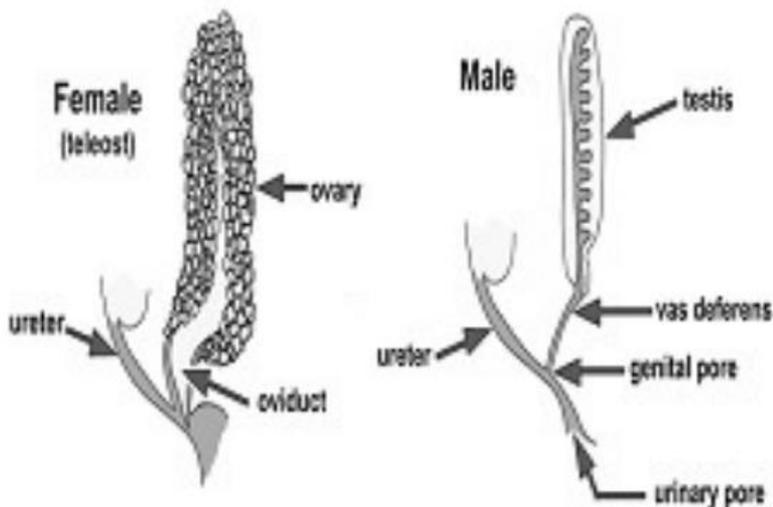
berpijah. Faktor internal meliputi kondisi tubuh dan adanya hormone reproduksi (Redding & Reynaldo, 1993). Adapun faktor internal yaitu tersedianya hormon steroid dan gonadotropin baik dalam bentuk hormon Gonadotropin I (GtH I) dan Gonadotropin II (GtH II) dalam jumlah yang cukup dalam tubuh untuk memacu kematangan gonad diikuti ovulasi serta pemijahan. Sebaliknya bilamana salah satu atau kedua hormon; tersebut tidak mencukupi dalam tubuh maka perkembangan oosit dalam ovarium terganggu bahkan akan berhenti dan mengalami atresia (Pitcher, 1995). Faktor lingkungan merupakan stimuli yang dapat ditangkap oleh alat indera ikan seperti kulit, mata dan hidung. Informasi berasal dari lingkungan sampai di otak melalui reseptor yang terdapat pada masing-masing organ sensori. Selanjutnya melalui ujung-ujung saraf akan diteruskan ke hipotalamus untuk mengeluarkan Gonadotropic releasing Hormon (GnRH) yang dapat merangsang kelenjar hipofisa anterior untuk memproduksi hormone Gonadotropic (GtH). Hormon Gonadotropic ini melalui aliran darah akan menuju ke gonad, kemudian akan merangsang pertumbuhan gonad yang selain mendorong pertumbuhan oosit juga untuk memproduksi hormone steroid yang merupakan mediator langsung untuk pemijahan.

B. TESTES

Testes (gonad jantan) bersifat internal dan bentuknya longitudinal, pada umumnya berpasangan. Lamprey dan Hagfishes mempunyai testes tunggal. Pada chodrichthyhes, seringkali gonad yang satu lebih besar dari pada yang lainnya. Testes ini bergantung pada bagian atas rongga tubuh dengan perantaraan

mesorchium, di bawah atau di samping gelembung gas (jika ada). Mereka tersusun dari folikel-folikel tempat spermatozoa berkembang. Ukuran dan warna gonad bervariasi tergantung pada tingkat kematangannya dengan berat bisa mencapai 12% atau lebih dari bobot tubuhnya. Kebanyakan testes berwarna putih kekuningan dan halus. Sebelum sampai pada lubang pelepasan (urogenital pore), spermatozoa yang berasal dari testes terlebih dahulu melewati vasa efferentia, epididymis, vasa defferentia, seminal vesicle, urogenital sinus, dan urogenital papilla pada Chondrichthyes. Pada sisi seminal vesicle dan atau kantung sperma hanya terdapat pada beberapa ikan. Pembentukan spermatozoa dari spermatid di dalam testes disebut spermatogenesis. Proses ini meliputi proliferasi spermatogonia melalui pembelahan mitosis yang berulang dan tumbuh membentuk spermatocyte primer, kemudian melalui pembelahan reduksi (meiosis) membentuk spermatocyte sekunder. Spermatocyte sekunder membelah menjadi spermatid, yang mengadakan metamorfose menjadi gamet yang ``motile`` (dapat bergerak) dan punya potensi fungsional yang dinamakan spermatozoa. Proses metamorfose spermatid sering dinamakan ``spermatogenesis``. (Hoar, 1969). Untuk menjamin terjadinya fertilisasi, setiap ikan jantan menghasilkan banyak sekali spermatozoa yang ukurannya begitu kecil sehingga dalam satu tetes mani bisa ditemukan lebih kurang satu juta spermatozoa. Spermatozoa yang dihasilkan oleh jenis ikan yang berbeda, bukan saja berbeda dalam hereditasnya, tetapi juga berbeda dalam bentuknya. Spermatozoa ditambah sekresi dari saluran sperma membentuk air mani (milt)

yang dikeluarkan pada waktu memijah. Spermatozoa yang tidak aktif dan tidak bergerak sampai sekresi sperma berjumpa dengan sel telur dalam fertilisasi. Jangka waktu hidup spermatozoa bergantung kepada spesies dan kepada substrat tempat mereka diletakkan. Jika sperma diletakkan pada air, maka jangka waktunya lebih pendek dari pada bila terletak dalam tubuh hewan betina. Kemungkinan hidup sel sperma juga dipengaruhi oleh suhu, secara umum mereka hidup lebih lama pada suhu yang rendah dari pada suhu tinggi.



Gambar Alat Reproduksi Jantan dan Betina pada Ikan

C. SEKSUALITAS IKAN

Pada prinsipnya, seksualitas pada ikan terdiri dari dua jenis kelamin yaitu jantan dan betina. Ikan jantan adalah ikan yang mempunyai organ penghasil sperma, sedangkan ikan betina adalah ikan yang mempunyai organ penghasil telur. Suatu populasi terdiri dari ikan-ikan yang berbeda

seksualitasnya, maka populasi tersebut disebut populasi heteroseksual, bila populasi tersebut terdiri dari ikan-ikan betina saja maka disebut monoseksual. Namun, penentuan seksualitas ikan di suatu perairan harus berhati-hati karena secara keseluruhan terdapat bermacam-macam seksualitas ikan mulai dari hermaphrodit sinkroni, protandri, protogini, hingga gonokorisme yang berdiferensiasi maupun yang tidak berdiferensiasi.

Hermaphroditisme

Ikan hermaphrodit mempunyai baik jaringan ovarium maupun jaringan testis yang sering dijumpai dalam beberapa famili ikan. Kedua jaringan tersebut terdapat dalam satu organ dan letaknya seperti letak gonad yang terdapat pada individu normal. Pada umumnya, ikan hermaphrodit hanya satu sex saja yang berfungsi pada suatu saat, meskipun ada beberapa spesies yang bersifat hemaphrodit sinkroni. Berdasarkan perkembangan ovarium dan atau testis yang terdapat dalam satu individu dapat menentukan jenis hermaphroditismenya.

a. Hermaphrodit sinkroni/simultaneous. Apabila dalam gonad individu terdapat sel kelamin betina dan sel kelamin jantan yang dapat masak bersamaan dan siap untuk dikeluarkan. Ikan hermaphrodit jenis ini ada yang dapat mengadakan pembuahan sendiri dengan mengeluarkan telur terlebih dahulu kemudian dibuahi oleh sperma dari individu yang sama, ada juga yang tidak dapat mengadakan pembuahan sendiri. Ikan ini dalam satu kali pemijahan dapat berlaku sebagai jantan dengan mengeluarkan sperma untuk membuahi telur dari

ikan yang lain, dapat pula berlaku sebagai betina dengan mengeluarkan telur yang akan dibuahi sperma dari individu lain. Contoh ikan hermiprodit sinkroni yaitu ikan-ikan dari Famili Serranidae.

b. Hermiprodit protandri. Ikan yang di dalam tubuhnya mempunyai gonad yang mengadakan proses diferensiasi dari fase jantan ke fase betina. Ketika ikan masih muda gonadnya mempunyai daerah ovarium dan daerah testis, tetapi jaringan testis mengisi sebagian besar gonad pada bagian lateroventral. Setelah jaringan testisnya berfungsi dan dapat mengeluarkan sperma, terjadi masa transisi yaitu ovariumnya membesar dan testis mengkerut. Pada ikan yang sudah tua, testis sudah tereduksi sekali sehingga sebagian besar dari gonad diisi oleh jaringan ovarium yang berfungsi, sehingga ikan berubah menjadi fase betina. Contoh ikan-ikan yang termasuk dalam golongan ini antara lain *Sparus auratus*, *Sargus annularis*, *Lates calcarifer* (ikan kakap).

c. Hermiprodit protogini merupakan keadaan yang sebaliknya dengan hermiprodit protandri. Proses diferensiasi gonadnya berjalan dari fase betina ke fase jantan. Pada beberapa ikan yang termasuk golongan ini sering terjadi sesudah satu kali pemijahan, jaringan ovariumnya mengkerut kemudian jaringan testisnya berkembang. Salah satu spesies ikan di Indonesia yang sudah dikenal termasuk ke dalam golongan hermiprodit protogini ialah ikan belut sawah (*Monopterus albus*) dan ikan kerapu Lumpur (*Epinephelus tauvina*). Ikan ini memulai siklus reproduksinya sebagai ikan betina yang berfungsi, kemudian

berubah menjadi ikan jantan yang berfungsi. Urutan daur hidupnya yaitu : masa juvenile yang hermaprodit, masa betina yang berfungsi, masa intersek dan masa terakhir masa jantan yang berfungsi. Pada ikan-ikan yang termasuk ke dalam Famili Labridae, misalnya Halichieres sp. terdapat dua macam jantan yang berbeda. Ikan jantan pertama terlihatnya seperti betina tetapi tetap jantan selama hidupnya, sedangkan jantan yang kedua ialah jantan yang berasal dari perubahan ikan betina. Pada ikan-ikan yang mempunyai dua fase dalam satu siklus hidupnya, pada tiap-tiap fasenya sering didapatkan ada perbedaan baik dalam morfologi maupun warnanya. Keadaan demikian menyebabkan terjadinya kesalahan dalam mendeterminasi ikan itu menjadi dua nama, yang sebenarnya spesies ikan itu sama. Misalnya pada ikan *Larbus ossifagus* ada dua individu yang berwarna merah dan ada yang berwarna biru. Ternyata ikan yang berwarna merah adalah ikan betina, sedangkan yang berwarna biru adalah ikan jantan. Hermaprodit protandri dan hermaprodit protogini sering disebut hermaprodit beriring. Pada waktu ikan itu masih muda mempunyai gonad yang berorganisasi dua macam seks, yaitu terdapat jaringan testis dan ovarium yang belum berkembang dengan baik. Proses suksesi kelamin dari satu populasi hermaprodit protandri atau hermaprodit protogini terjadi pada individu yang berbeda baik menurut ukuran atau umur, tetapi merupakan suatu proses yang beriring.

Gonokhorisme

Selain hermaphroditisme, pada ikan terdapat juga gonokhorime, yaitu kondisi seksual berganda yaitu pada ikan bertahap juvenil gonadnya tidak mempunyai jaringan yang jelas status jantan atau betinanya. Gonad tersebut kemudian berkembang menjadi semacam ovarium, setelah itu setengah dari individu ikan-ikan itu gonadnya menjadi ovarium (menjadi ikan betina) dan setengahnya lagi menjadi testis (menjadi ikan jantan). Gonokhoris yang demikian dinamakan gonokhoris yang “tidak berdiferensiasi”, yaitu keadaannya tidak stabil dan dapat terjadi interseks yang spontan. Misalnya *Anguilla anguilla* dan *Salmo gairdneri irideus* adalah gonokhoris yang tidak berdiferensiasi. Ikan gonokhorisme yang “berdiferensiasi” sejak dari mudanya sudah ada perbedaan antara jantan dan betina yang sifatnya tetap sejak dari kecil sampai dewasa, sehingga tidak terdapat spesies yang interseks.

D. SIFAT SEKSUAL PRIMER DAN SEKUNDER

Sifat seksual primer pada ikan ditandai dengan adanya organ yang secara langsung berhubungan dengan proses reproduksi, yaitu ovarium dan pembuluhnya pada ikan betina, dan testis dengan pembuluhnya pada ikan jantan. Sifat seksual sekunder ialah tandatanda luar yang dapat dipakai untuk membedakan ikan jantan dan ikan betina. Satu spesies ikan yang mempunyai sifat morfologi yang dapat dipakai untuk membedakan jantan dan betina dengan jelas, maka spesies itu bersifat seksual dimorfisme. Namun, apabila satu spesies ikan dibedakan jantan dan betinanya berdasarkan perbedaan warna, maka ikan itu bersifat seksual dikromatisme. Pada umumnya ikan jantan mempunyai warna

yang lebih cerah dan lebih menarik dari pada ikan betina. Pada dasarnya sifat seksual sekunder dapat dibagi menjadi dua yaitu :

a) Sifat seksual sekunder yang bersifat sementara, hanya muncul pada waktu musim pemijahan saja. Misalnya “ovipositor”, yaitu alat yang dipakai untuk menyalurkan telur ke bivalvia, adanya semacam jerawat di atas kepalanya pada waktu musim pemijahan. Banyaknya jerawat dengan susunan yang khas pada spesies tertentu bisa dipakai untuk tanda menentukan spesies, contohnya ikan *Nocomis biguttatus* dan *Semotilus atromaculatus* jantan.

b) Sifat seksual sekunder yang bersifat permanent atau tetap, yaitu tanda ini tetap ada sebelum, selama dan sesudah musim pemijahan. Misalnya tanda bulatan hitam pada ekor ikan *Amia calva* jantan, gonopodium pada *Gambusia affinis*, clasper pada golongan ikan *Elasmobranchia*, warna yang lebih menyala pada ikan *Lebistes*, *Beta* dan ikan-ikan karang, ikan *Photocorynus* yang berparasit pada ikan betinanya dan sebagainya. Biasanya tanda seksual sekunder itu terdapat positif pada ikan jantan saja. Apabila ikan jantan tadi dikastrasi (testisnya dihilangkan), bagian yang menjadi tanda seksual sekunder menghilang, tetapi pada ikan betina tidak menunjukkan sesuatu perubahan. Sebaliknya tanda bulatan hitam pada ikan *Amia* betina akan muncul pada bagian ekornya seperti ikan *Amia* jantan, bila ovariumnya dihilangkan. Hal ini disebabkan adanya pengaruh dari hormon yang dikeluarkan oleh testis mempunyai peranan pada tanda seksual sekunder, sedangkan tanda hitam pada

ikan *Amia* menunjukkan bahwa hormon yang dikeluarkan oleh ikan betina menjadi penghalang timbulnya tanda bulatan hitam.

E. STRATEGI REPRODUKSI

Berdasarkan organ tempat embrio berkembang dan tempat terjadinya pembuahan, terdapat tiga golongan ikan:

Ikan ovipar

Golongan ovipar yaitu ikan yang mengeluarkan telur pada waktu pemijahan. Sebagian besar jenis ikan tergolong ke dalam golongan ovipar. Beberapa contoh ikan yang termasuk dalam golongan ini adalah Ikan mas (*Cyprinus carpio*), mujair (*Oreochromis mosambicus*), kakap (*Lates calcarifer*) dan tongkol (*Euthynus spp.*).

Beberapa ikan berpijah secara bersama-sama dan tanpa berpasangan. Sejumlah ikan jantan dan betina mengeluarkan sperma dan telur secara bersama dalam suatu lingkungan yang cocok. Jumlah telur yang banyak dibiarkan hanyut dalam perairan terbuka, terbawa dan terapung oleh turbulensi arus, kemudian menempel pada substrat. Spesies lain memiliki kebiasaan berpasangan dalam memijah setelah satu atau dari pasangan tersebut keduanya menyiapkan tempat untuk meletakkan telur. Beberapa jenis ikan memendam telurnya di krikil dan kemudian meninggalkannya, sedangkan jenis lain akan menjaga (mengawal) sarangnya.

Ikan belanak (*Liza spp*, *Mugil spp*, *valamugil sp*) merupakan jenis ikan pantai yang umumnya melakukan pemijahan di daerah pantai dengan salinitas yang agak tinggi. Telur-telur dikeluarkan begitu saja dan terbawa arus sampai ke muara sungai. Anakanak belanak akan bergerak ke tambak dan bahkan ada yang masuk ke perairan tawar.

Ikan vivipar

Golongan vivipar merupakan ikan yang melahirkan anak dalam pola reproduksinya. Anak ikan yang dilahirkan oleh golongan ikan vivipar hampir menyerupai individu dewasa. Kandungan kuning telur sangat sedikit dan perkembangan embrio ditentukan oleh hubungannya dengan placenta pada tahap awal untuk mencukupi kebutuhan makanannya.

Golongan ikan ini umumnya berfekunditas kecil, tidak seperti pada golongan ikan ovipar yang memiliki fekunditas lebih besar. Meskipun demikian keturunannya mendapat semacam jaminan dari induk untuk dapat melangsungkan awal hidupnya dengan aman. Keadaan demikian menunjukkan bahwa ikan vivipar stuasinya lebih modern dari pada ikan ovipar dalam mempertahankan eksistensi species dari keadaan lingkungan sekelilingnya termasuk dari serangan predator.

Umumnya jenis ikan bertulang rawan (hiu dan pari) merupakan kelompok vivipar, meskipun demikian beberapa ikan bertulang sejati bisa

dikategorikan melahirkan anak, seperti family Poeciliidae, Goodidae, Anablepidae dan Yaminsiidae.

Ikan ovovivipar

Golongan ikan ovovipar ini melahirkan anak seperti halnya vivipar, namun perkembangan anak di dalam kandungan induk mendapatkan makanan dari persediaan kuning telur yang tersedia non placental. Dalam perkembangan yang demikian anak mendapat keperluan material untuk pertumbuhannya dari induk melalui penyerapan zat-zat yang dikeluarkan oleh uterus. Zat tersebut disebut “Susu uterin“ atau embriotrophe. Spesies ikan ovovivipar jumlahnya jauh lebih banyak dari pada ikan vivipar.

Pada embrio ikan *Squalus acanthias* terdapat dua macam kantung telur yaitu kantung yang di luar tubuh dan kantung didalam tubuh. Kantung kuning telur dalam tubuh sebagai hasil perkembangan batang kantung kuning telur bagian luar yang tumbuh pada bagian dalam. Butir-butir kuning telur dari kantung luar bergerak ke bagian kantung dalam terus ke usus untuk dicerna.

Berbeda dengan golongan ikan vivipar dan ovovipar, maka ikan ovipar yang merupakan mayoritas dari ikan yang ada pada waktu pemijahan membuahi telurnya di luar tubuh. Telur yang dikeluarkan dari tubuh induk dibuahi oleh ikan jantan dengan berbagai cara. Semua tingkah laku yang dilakukan oleh ikan tersebut pada waktu pemijahan bertujuan agar semua telur yang dikeluarkan dapat dibuahi dengan baik. Ikan bertulang rawan yang tergolong ke dalam

ovovivipar memiliki masa mengandung yang berbedabeda. Ikan *Myliobastis bovia* masa mengandungnya empat bulan, *Urolophus halleri* tiga bulan dan *Squalus acanthias* dua bulan.

BAB III

RUANG LINGKUP DAN ASPEK PEMULIAAN IKAN

A. Klasifikasi dan Deskripsi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

Ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) berasal dari Benua Afrika dan pertama kali didatangkan ke Indonesia pada tahun 1984. Jenis ikan lele ini termasuk hibrida dan pertumbuhan badannya cukup spektakuler baik panjang tubuh maupun beratnya. Dibanding kerabat dekatnya ikan lele lokal (*Clarias batrachus*) lele dumbo memiliki pertumbuhan empat kali lebih cepat. Oleh sebab itu, ikan jenis ini dengan mudah menjadi populer di masyarakat (Santoso, 1994).

Klasifikasi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) menurut Ghufron dan Kordi (2010) :

Kingdom : *Animalia*

Filum : *Chordata*

Kelas : *Pisces*

Subkelas : *Teleostei*

Ordo : *Ostariophysii*

Subordo : *Siluridae*

Famili : *Clariidae*

Genus : *Clarias*

Spesies : *Clarias gariepinus*



Gambar 2.1 Morfologi ikan lele dumbbo (*Clarias gariepinus*)
(Tri Bayu Perkasa, 2022)

Ikan lele dumbbo (*Clarias gariepinus*) digemari semua lapisan masyarakat sebagai protein hewani alternatif yang harganya murah, mudah diolah, bergizi tinggi dan rasanya enak. Ikan lele dumbbo (*Clarias gariepinus*) mudah dipelihara, disimpan dan dipasarkan baik berupa ikan hidup maupun ikan segar (Puspowardoyo dan Djarijah, 2002).

Puspowardoyo dan Djarijah (2002) juga mengatakan, ikan *C. gariepinus* memiliki morfologi yang mirip dengan lele lokal (*Clarias batrachus*). Bentuk tubuh memanjang, agak bulat, kepala gepeng dan batok kepalanya keras, tidak bersisik dan berkulit licin, mulut besar, warna kulit badannya terdapat bercak-bercak kelabu seperti jamur kulit manusia (panu). Ikan lele dalam bahasa Inggris disebut pula catfish, mudfish dan walking catfish.

Ciri-ciri morfologis ika *C. gariepinus* lainnya adalah sungutnya. Sungut berada di sekitar mulut berjumlah delapan buah atau 4 pasang terdiri dari sungut nasal dua buah, sungut mandibular luar dua buah, mandibular dua buah, serta sungut maxilar dua buah. Ikan lele mengenal mangsanya dengan alat penciuman,

ikan *C. gariepinus* juga dapat mengenal dan menemukan makanan dengan cara rabaan (tentakel) dengan menggerak-gerakkan salah satu sungutnya terutama mandibular (Santoso, 1994).

Lele dumbo (*Clarias gariepinus*) mempunyai lima buah sirip yang terdiri dari sirip pasangan (ganda) dan sirip tunggal. Sirip yang berpasangan adalah sirip dada (pectoral) dan sirip perut (ventral), sedangkan yang tunggal adalah sirip punggung (dorsal), ekor (caudal) serta sirip dubur (anal). Sirip dada ikan *C. gariepinus* dilengkapi dengan patil atau taji tidak beracun. Patil ikan *C. gariepinus* lebih pendek dan tumpul bila dibandingkan dengan lele lokal (Santoso, 1994).

1. Habitat Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

Ikan *C. gariepinus* hidup di sungai dengan arus air yang perlahan, rawa, telaga, waduk, sawah yang tergenang air, semua perairan tawar dapat menjadi lingkungan hidup atau habitat lele dumbo misalnya waduk, bendungan, danau, rawa dan genangan air tawar yang lainnya. Di alam bebas, lele dumbo ini memang lebih menyukai air yang arusnya mengalir secara perlahan atau lambat. Aliran air arus yang deras lele dumbo kurang menyukainya (Santoso, 1994).

Lele dumbo (*Clarias gariepinus*) asal Afrika ternyata sangat toleransi terhadap suhu air yang cukup tinggi yaitu 20° - 35°C, disamping itu ikan *C. gariepinus* dapat hidup pada kondisi lingkungan perairan yang jelek. Kondisi air dengan kandungan oksigen yang sangat minim, ikan *C. gariepinus* masih dapat

bertahan hidup, karena memiliki alat pernafasan tambahan yang disebut organ *arborescent* (Santoso, 1994).

2. Kebiasaan Makan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

Pada siang hari ikan *C. gariepinus* memang jarang menampakkan aktivitasnya dan lebih menyukai tempat yang bersuasana sejuk dan gelap. Ikan *C. gariepinus* bersifat nokturnal (aktif pada malam hari). Ikan *C. gariepinus* mencari makan biasa dilakukan pada malam hari, namun pada kolam-kolam budidaya ikan *C. gariepinus* dapat dibiasakan diberi pakan pada siang hari (Santoso, 1994).

Ikan *C. gariepinus* terkenal rakus, karena mempunyai ukuran mulut yang cukup lebar hingga mampu menyantap makanan alami di dasar perairan dan buatan misalnya pellet. Ikan *C. gariepinus* sering digolongkan pemakan segala (omnivora). Makanan berupa bangkai seperti ayam, bebek, angsa, burung, bangkai unggas lainnya dilahapnya hingga tulang belulangya. Ikan *C. gariepinus* juga dikenal sebagai pemakan bangkai atau scavenger. Di kolam budidaya, ikan *C. gariepinus* mau menerima segala jenis makanan yang diberikan (Santoso, 1994).

Frekuensi pemberian pakan adalah berapa kali pakan yang diberikan dalam sehari, mungkin 1 kali, 2 kali, 3 kali atau lebih sering lagi. Frekuensi pemberian pakan ini berhubungan dengan frekuensi lapar ikan. Kadang frekuensi pemberian pakan ini sengaja diatur untuk memacu pertumbuhan ikan. Pemberian

pakan sedikit demi sedikit namun dengan frekuensi yang lebih sering akan membuat ikan tidak lekas kenyang dan nafsu makan ikan tetap terjaga. Dengan demikian jumlah atau porsi pakan yang dimakan ikan dapat lebih banyak sehingga pertumbuhan ikan lebih cepat (Kementrian Kelautan dan Perikanan, 2011).

Penentuan frekuensi pakan merupakan suatu hal yang cukup penting dalam manajemen pemberian pakan terutama pada fase benih. Frekuensi pemberian pakan berkaitan erat dengan laju pertumbuhan pengosongan lambung dan daya tampung lambung terhadap jumlah pakan yang diterimanya (Effendi et al., 2005 diacu oleh Widiyastuti et al., 2008).

Menurut SNI (2006), kandungan nutrisi dalam pakan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Syarat mutu pakan ikan lele dumbo (SNI, 2006)

No	Jenis uji	Satuan (As feed)	Persyaratan		
			Benih	Pembesaran	Induk
1	Kadar air maksimal	%	12	12/12	12
2	Kadar abu maksimal	%	13	13/13	13
3	Kadar protein min	%	30	28/25	30
4	Kadar lemak min	%	5	5/5	5
5	Kadar serat kasar, maks	%	6	8/8	8

3. Reproduksi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

Ikan *C. gariepinus* bereproduksi agar dapat menghasilkan keturunan. Perbedaan jantan dan betina ikan lele yaitu organ sex lele jantan memiliki bentuk

yang runcing dan memanjang. Kantong spermanya (testis) berjumlah dua buah yang berbentuk pipih memanjang dan berwarna putih. Sementara itu, ciri- ciri alat reproduksi induk lele betina, yaitu alat kelaminnya berbentuk bulat (oval) dan mempunyai kantong telur (ovarium) sebanyak dua buah, Lele berkembang biak secara ovipar (eksternal), yaitu pembuahan terjadi di luar tubuh sehingga spermatozoa akan membuahi telur saat di luar. Untuk membuahi telur, spermatozoa harus bergerak. Pada induk jantan terdapat spermatozoa yang bersifat immotile di dalam cairan plasmanya akan terjadi pergerakan jika bercampur dengan air. Pertemuan gamet jantan dan betina ini akan membentuk zigot sebagai cikal bakal menjadi generasi baru. Perkembangan gamet jantan (sperma) maupun betina (ovarium) diatur oleh hormon sejenis gonadotropin (Mahyudin, 2013).

Pembenihan merupakan upaya pengembangbiakan ikan untuk menghasilkan benih yang sehat, tahan terhadap penyakit dan menghasilkan ukuran yang seragam. Pembenuhan ikan merupakan salah satu upaya penyediaan benih secara kontinu. Semakin meningkatnya jumlah penduduk dan kegemaran dalam mengkonsumsi ikan menjadikan adanya tuntutan produksi perikanan semakin meningkat. Peningkatan produksi perikanan salah satunya disuplai oleh budidaya perikanan. Namun, dalam budidaya ikan *C. gariepinus* sebagian besar mengandalkan pembenuhan secara alami, sehingga penyediaan benih masih terbatas karena pembudidaya lebih banyak memperhatikan faktor yang mempengaruhi terjadinya pembuahan dan tingkat penetasan telur adalah kualitas

telur, sperma ikan dan kualitas air (Perar & Animal, 2006). Oleh karena itu, upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan dan mempercepat ketersediaan benih yaitu melakukan rangsangan pada ikan melalui pemijahan secara buatan.

Pemijahan buatan dilakukan untuk memudahkan dalam pengontrolan terhadap proses perkembangbiakan ikan dan menghasilkan benih yang berkualitas (Rachimi. et al., 2017). Pemijahan ikan secara buatan adalah suatu proses pemijahan yang dibantu oleh manusia dengan cara menyuntikkan hormon ovaprim dan pengurutan (stripping) di bagian perut indukan (Montchowui et al., 2011). Ovaprim merupakan suatu bahan yang berasal dari campuran analog salmon Gonadotropin Releasing Hormon (sGnRH-a) dan anti dopamine. Ovaprim adalah hormon yang berfungsi untuk merangsang dan memacu hormon gonadotropin pada tubuh ikan sehingga dapat mempercepat proses ovulasi dan pemijahan, yaitu pada proses pematangan gonad dan dapat memberikan daya rangsang yang lebih tinggi, menghasilkan telur dengan kualitas yang baik serta menghasilkan waktu laten yang relatif singkat juga dapat menekan angka mortalitas (Satyani et al., 2007; Montchowui et al., 2011). Pemijahan ikan secara buatan telah banyak dilakukan oleh para peneliti dan pembudidaya ikan untuk mempercepat kematangan gonad ikan diantaranya (Sinjal et al., 2014) tentang kombinasi pakan dan estradiol 17β pada ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*), (Rachmini. et al., 2017) tentang penggunaan hormone HCG dan ovaprim pada ikan kelabau (*Osteochilus melanopleura*) dan (Maulianawati et al., 2020)

tentang kombinasi pakan yang mengandung kunyit dan hormone ovaprim pada ikan lele.

4. Parameter Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor penting dalam budidaya ikan karena diperlukan sebagai media hidup ikan. Air berfungsi sebagai media internal dan eksternal bagi ikan. Sebagai media internal, air berfungsi sebagai bahan baku untuk reaksi di dalam tubuh, pengangkut bahan makanan ke seluruh tubuh, pengangkut sisa metabolisme untuk dikeluarkan dari dalam tubuh, dan pengatur atau penyangga suhu tubuh. Sebagai media eksternal, air berfungsi sebagai habitat ikan, oleh karena itu peran air sangat esensial dalam kehidupan ikan sehingga kualitas air dan kuantitasnya pun harus dijaga sesuai kebutuhan (Ghufran, 2010).

4.1 Suhu

Ikan *C. gariepenus* mudah beradaptasi dengan lingkungan yang tergenang air dan bila sudah dewasa dapat diadaptasikan pula dengan lingkungan perairan yang mengalir. Suhu yang ideal untuk pemeliharaan ikan lele dumbo adalah 25 - 30°C. Di atas suhu tersebut nafsu makan ikan *C. gariepenus* akan berkurang. Selain itu, tingginya suhu air akan menyebabkan meningkatnya aktivitas metabolisme dari organisme yang ada. Dengan tingginya aktivitas metabolisme ini, kandungan oksigen terlarut akan berkurang. Kandungan oksigen terlarut yang rendah dalam kurun waktu yang lama akan menyebabkan ikan lele dumbo

lemas, bahkan mati. Sehingga perlu adanya pengaturan tingkat kepadatan benih ikan *C. gariepenus* dalam wadah pemeliharaan, agar sesuai dengan laju metabolisme komponen perairan yang terjadi (Zonneveld et al., 1991).

4.2 Oksigen Terlarut (DO)

Pada umumnya ikan *C. gariepenus* hidup normal pada kandungan terlarut 4 ppm. Jika persediaan oksigen di bawah 20% dari kebutuhan normal, ikan *C. gariepenus* akan lemas menyebabkan kematian (Murhananto, 2002). Oksigen penting bagi ikan dan organisme lainnya untuk respirasi dan melakukan proses metabolisme. Tersedianya oksigen terlarut menjadi faktor pembatas yang penting dalam budidaya intensif ikan (Lossordo et al., 1998).

4.3 pH (Derajat Keasaman)

pH (Derajat keasaman) yang baik untuk pertumbuhan ikan *C. gariepenus* yaitu antara 6,5 sampai 8,5. pH kurang dari 5 sangat buruk bagi kehidupan ikan *C. gariepenus*, karena dapat menyebabkan penggumpalan lendir pada insang dan dapat menyebabkan kematian. Sedangkan pH di atas 9 dapat menghambat pertumbuhan, karena menimbulkan nafsu makan yang kurang bagi ikan *C. gariepenus* (Murhananto, 2002).

4.4 Amoniak

Amoniak merupakan hasil akhir metabolisme protein dan dalam bentuknya yang tidak terorientasi dan merupakan racun bagi ikan sekalipun pada konsentrasi yang sangat rendah. Konsentrasi amoniak terlarut itu sendiri di

dalam air bergantung pada pH dan suhu (Masser et al., 1999). Berdasarkan BSNI (2000) amoniak (NH_3) yang diperbolehkan dalam usaha budidaya lele adalah < 0,01 mg/l.

B. Deskripsi Testis Ayam

Testis merupakan organ kelamin primer yang mempunyai 2 fungsi yaitu menghasilkan spermatozoa dan mesekresikan hormon kelamin jantan yaitu testosteron. Spermatozoa dihasilkan di dalam tubuli seminiferi sedangkan testosteron diproduksi oleh sel-sel interstitial dari sel Leydig. Pengukuran penampang memanjang dan penampang melintang testis pada ayam berbeda dari ternak lainnya karena tidak dapat dilakukan secara langsung. Hal ini disebabkan oleh anatomi organ reproduksi ayam berbeda dengan beberapa hewan ternak lainnya. Struktur testis ayam tidak menggantung seperti sapi, kambing, domba dan kuda tetapi terletak di dalam rongga perut, melekat pada bagian dorsal dari rongga abdomen dan dibatasi oleh *ligamentum mesorchium*. Testis ayam berbentuk bulat oval seperti kacang dengan warna pucat kekuningan (Emilia, 2016).

Testis berjumlah sepasang terletak pada bagian atas di abdominal kearah punggung pada bagian anterior dari ginjal dan berwarna kuning terang. Fungsi testis menghasilkan hormon kelamin jantan disebut androgen dan sel gamet jantan disebut sperma (Nalbandov, 1990). Pada unggas testis tidak seperti hewan lainnya yang terletak di dalam skrotum (Nesheim *et al.*, 1979). Ayam tidak

memiliki skrotum di sebelah luar tubuh seperti pada jenis ternak yang lain. Testis berbentuk lonjong, berwarna kuning pucat, dan memiliki anyaman pembuluh darah dan berwarna merah di permukaan. Testis sebagai organ kelamin primer mempunyai dua fungsi yaitu menghasilkan *spermatozoa* atau sel-sel kelamin jantan dan mensekresikan hormon kelamin jantan, testosteron. *Spermatozoa* dihasilkan dalam tubuli seminiferi atas pengaruh FSH (*Follicle Stimulating Hormone*), sedangkan testosteron diproduksi oleh sel-sel interstitial dari *Leydig* atas pengaruh ICSH (*Interstitial Cell Stimulating Hormone*) (Toelihere, 1979).

Menurut Toelihere (1979) & Marawali (2001) struktur testis meliputi:

- 1) Tunika albugina, merupakan pembungkus langsung testis. Licin karena banyak mengandung pembuluh syaraf dan darah.
- 2) Septum testis.
- 3) Tubulus seminiferus, merupakan tabung (saluran) kecil panjang berkelok-kelok dan merupakan isi dari Lobulus.
- 4) Rete testis, merupakan saluran penghubung antara epididimis dengan Lobulus.
- 5) Ductus efferentis.
- 6) Caput Epididimis, membentuk suatu tonjolan dasar dan agak berbentuk mangkuk yang dimulai pada ujung proximal testis.
- 7) Corpus Epididimis, merupakan bagian bawah terentang ke bawah, sejajar dengan jalannya vasdeferens, menjalar terus hampir melewati testis, dibagian bawah teats epididimis membelok ke atas.

- 8) Corpus epididimis, merupakan bagian epididimis yang terletak pada bagian bawah testis yang membelok ke atas.
- 9) Vasdeferens, terentang dari ekor epididimis sampai urethra.



Gambar 2.2 Morfologi testis ayam (Tri Bayu Perkasa, 2022)

Testis ayam berbentuk biji buah buncis dengan warna putih krem. Testis terbungkus oleh dua lapisan tipis transparan, lapisan albugin yang lunak. Bagian dalam dari testis terdiri dari atas tubuli seminiferus (85%-95% dari volume testis), yang merupakan tempat terjadinya spermatogenesis, dan jaringan interstitial yang terdiri atas sel glanduler (sel leydig) tempat disekresikannya hormon steroid, androgen, dan testosterone. Besarnya testis tergantung pada umur, strain, musim dan pakan. Testis terdiri atas banyak saluran pipa kecil sangat elastik dan panjang berkelok-kelok yang berfungsi mengeluarkan sperma. Saluran berkelompok dan dipisahkan oleh selaput halus disekitarnya dan disebut tabung seminiferus (Nur, 2015).

Menurut Ganong (1995), hormon androgen salah satu contoh hormon steroid yang dihasilkan oleh testis di sel-sel Leydig testis dan fungsi utamanya

dalam regulasi spermatogenesis. Produksi spermatozoa ditentukan oleh androgen yang merupakan hormon steroid yang berperan penting untuk mempertahankan karakteristik pejantan (Hasbi dan Gustina, 2018).

Kostaman *et al* (2004) menyatakan bahwa ukuran testis berhubungan positif terhadap konsentrasi sel spermatozoa, kemampuan pejantan untuk mengawini sejumlah betina dan tingginya fertilitas. Kemampuan pejantan mengawini betina berhubungan dengan libido yang dimiliki pejantan tersebut karena dipengaruhi oleh kadar testosteron (Wahid *et al*, 1995). Testosteron berperan dalam pematangan spermatozoa dalam epididymis, pertumbuhan organ kelamin, pertumbuhan sifat-sifat kelamin sekunder, peningkatan kekuatan dan massa otot serta penguatan dan pertumbuhan tulang (Pineda *et al*, 2003).

Menurut Mulyadi (2007), sebuah testis memiliki berat mencapai 15-20 gram pada ayam jantan besar. Ayam jantan tipe petelur sebesar 8-12 gram. Testis kiri lebih besar dari testis kanan dan berat total testis adalah sekitar 1% dari total berat badan, bergantung pada jenis unggas. Berat testis berkorelasi positif dengan bobot badan, volume semen dan konsentrasi spermatozoa (Lee *et al*, 1999).

Fuad (1996) menyatakan bahwa gairah seksual berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas semen, sedangkan gairah seksual itu sendiri dipengaruhi oleh sekresi hormone testosteron yang dihasilkan oleh testis. Testosteron merupakan hormon kelamin jantan yang dihasilkan oleh testis, selain berfungsi

menimbulkan gairah seksual (libido), juga berpengaruh terhadap kesanggupan ternak jantan untuk ereksi dan ejakulasi (Toelihere, 1993).

Menurut Partodiharjo (1992), hormon testosteron merupakan hormon reproduksi yang penting pada individu jantan, derivat molekul precursor kolesterol, disekresi oleh sel Leydig dibawah pengaruh *Lueteinizing Hormone* (LH). Produksi testosteron sebagian akan disekresikan ke dalam darah dan akan diedarkan ke sel-sel target dan sebagian lagi akan masuk ke tubulus seminiferus dan berperan penting dalam proses spermatogenesis (Sherwood, 1992).

Wahid dan Yunus (1994), hormon testosteron yang diproduksi oleh testis memegang peranan penting dalam aktivitas seksual. Kadar hormon testosteron dalam serum darah meningkat seiring dengan penambahan usia dari pejantan. Gryzinska *et al* (2011) juga menyatakan bahwa terjadi perubahan kadar hormon testosteron pada ayam jantan pada setiap periode umur tertentu, yaitu 0,16 ng/dl pada usia 8 minggu, 0,52 ng/dl pada usia 12 minggu dan umur 18 minggu 1,62 ng/dl.

C. Deskripsi Jantanisasi/Maskulinisasi

Jantanisasi/maskulinisasi adalah proses sex reversal pada ikan yang seharusnya berkelamin betina menjadi kelamin jantan. Hal ini bisa dilakukan karena gonad ikan pada waktu baru menetas belum berdiferensiasi secara jelas menjadi jantan atau betina (Zairin, 2002).

Metode pengalihan kelamin dibagi menjadi dua jenis yakni maskulinisasi dan feminisasi (Ayuningtyas *et al*, 2015). Produksi budidaya ikan kelamin tunggal jantan atau betina dengan metode pengarahan kelamin (*sex reversal*) dapat dilakukan dengan cara hormonal, kromosomal atau kombinasi keduanya (Ukhory, 2008). Beberapa metode yang sering digunakan dalam sex reversal adalah dengan cara penyuntikan, perendaman, melalui pakan (oral) dan bioenkapsulasi (pakan alami dan perendaman).

Kegiatan budidaya secara *monosex (monoculture)* akan bermanfaat dalam mempercepat pertumbuhan ikan hal ini dikarenakan adanya perbedaan tingkat pertumbuhan antara ikan berjenis jantan dengan betina. Beberapa ikan yang berjenis jantan dapat tumbuh lebih cepat daripada jenis betina seperti ikan lele. Untuk mencegah pemijahan liar dapat dilakukan melalui teknik ini. Pemijahan liar yang tidak terkontrol dapat menyebabkan kolam cepat penuh dengan berbagai ukuran ikan dan kualitasnya rendah. Pemeliharaan ikan monoseks akan mencegah perkawinan dan pemijahan liar sehingga kolam tidak cepat dipenuhi ikan. Selain itu ikan yang dihasilkan akan berukuran lebih besar dan seragam.

Metode maskulinisasi telah banyak diterapkan dengan berbagai cara seperti penggunaan hormon dan perubahan lingkungan. Pemberian hormon androgen pada fase diferensiasi gonad pada ikan mampu meningkatkan proses maskulinisasi. Dengan pemberian hormon ini mampu memicu rangsangan pada sistem saraf dan memacu pelepasan hormon gonadotropin untuk pembentukan gonad jantan (Arfah, 2013).

Menurut Donaldson dan Benfey (1987), hormon steroid yang digunakan untuk merangsang perubahan kelamin dapat dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu: Hormon estrogen, seperti estron, estriol, estradiol dan etinilestradiol yang dapat digunakan atau memberi efek pengarahan diferensiasi kelamin menjadi betina (feminisasi) dan hormon androgen, seperti androstenedion, etiniltestosteron, metiltestosteron, dan testosteron propionate yang dapat digunakan atau memberi efek pengarahan diferensiasi kelamin menjadi jantan (maskulinisasi).

Diferensiasi kelamin dapat diartikan sebagai suatu proses perkembangan dimana gonad ikan menjadi suatu jaringan yang definitif yaitu menjadi testis atau menjadi ovarium yang dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Farrell, 2011). Fenotip dari kelamin ikan dapat ditentukan oleh dua faktor yaitu faktor genetik dan faktor lingkungan. Kedua faktor tersebut selanjutnya bertanggung jawab terhadap timbulnya morfologi, fisiologi serta tingkah laku pada individu jantan maupun betina. Meskipun jenis kelamin secara genetik sudah ditentukan saat pembuahan, namun ekspresi kelamin untuk menunjukkan jantan maupun betina terjadi dalam masa pertumbuhannya. Keadaan ini dimana kemungkinan untuk menjadi jantan atau betina dan semua kelengkapan strukturnya sudah ada, namun menunggu perintah diferensiasi ke arah jantan maupun betina secara sempurna (Fujaya, 2004).

Maskulinisasi dengan rangsangan hormon perlu memperhatikan umur ikan. Shapiro (1987) menyatakan bahwa semakin muda umur ikan, peluang

terbentuknya kelamin jantan semakin besar dan semakin tua umur ikan, peluang perubahan kelamin betina ke jantan makin berkurang. Oleh karena itu, maskulinisasi sebaiknya dilakukan pada umur 7-10 hari setelah menetas dan maksimal pada umur 11-97 hari (Suyanto, 1994; Irfan 1996).

Fujaya (2004) juga menjelaskan bahwa proses diferensiasi kelamin pada ikan diawali dengan sintesis suatu hormon yang terjadi bila lingkungan ikan mengalami perubahan. Perubahan lingkungan tersebut merupakan keadaan yang tidak sesuai dengan kondisi ikan normal. Sistem indra akan menerima sinyal perubahan lingkungan lalu disampaikan ke sistem syaraf pusat yang kemudian akan diteruskan ke hipotalamus. Setelah sinyal diterima, hipofisis akan melepaskan gonadotropin yang akan dibawa oleh darah menuju gonad. Gonad akan memulai pembentukan kelamin sesuai dengan stimulus yang diberikan hormon utama pada jantan yaitu hormon testosteron yang dipengaruhi oleh *Lutenizing Hormone* (LH) sedangkan betina adalah hormon estrogen.

Jenis kelamin ikan lele dapat ditentukan dengan melihat ciri morfologis organ kelamin yang nampak pada bagian ventral ikan lele. Namun ciri-ciri tersebut masih susah untuk dibedakan pada saat ikan dalam ukuran larva. Beberapa penelitian menggunakan perbandingan antara hasil pengamatan morfologi dan histologi untuk penentuan jenis kelamin. Menurut Soelistyowati *et al.* (2007), sel bakal telur pada pengamatan histologi akan tampak bulatan besar dengan inti dibagian tengah yang dikelilingi sitoplasma berwarna lebih gelap sedangkan sel bakal sperma tampak berupa titik-titik kecil.

Ada beberapa cara dalam mengamati maskulinisasi seperti pengamatan secara morfologi, cara ini ideal untuk ikan – ikan yang memiliki dimorfisme yang jelas antara jantan dan betina. Dan histologi untuk pengamatan terhadap penampakan jaringan gonad untuk penampakan hasil dari pewarnaan gonad yang menggunakan metode pewarnaan asetokarmin (Guerrero & Shelton, 1974).

A. Testis Sapi

Organ reproduksi sapi jantan dapat dibagi menjadi tiga komponen yaitu (a) organ kelamin primer yaitu testis, (b) sekelompok kelenjar-kelenjar kelamin pelengkap yaitu kelenjar vesikulares, prostatan dan cowper dan saluran-saluran yang terdiri epididymis dan vas deferens, (c) alat kelamin atau organ kopulatoris yaitu penis (Toelihere, 1981). Menurut Taylor dan Thomas (2004), organ reproduksi sapi terdiri dari *testicle, epididymis, scrotum, vasdeferens, accessory glands dan penis*.

Testis sapi berukuran panjang 10-13 cm, lebar 5-6,5 cm dan berat 300 – 400 gr (Bearden, et al., 2004). Menurut Toelihere (1981), berat testis sapi tergantung pada umur, berat badan dan jenis/varietas sapi. Setiap testis banyak mengandung tubuli, di antara tubuli dalam jaringan interstitial mengandung pembuluh darah, lymphe, dan syaraf, terdapat sel-sel datar dan polygonal yang disebut sel-sel interstitial dari leydig, yang menghasilkan androgen (hormon jantan) terutama testosteron.

Testis berperan penting dalam sekresi hormon yang disintesis melalui sel Leydig. Hormon testosteron memiliki peranan yang sangat penting dalam pembentukan spermatozoa. Hormon ini disekresikan oleh sel Leydig (tubulus seminiferi). Terdapatnya hubungan yang positif antara ukuran testis dengan volume ejakulat dan jumlah spermatozoa yang dihasilkan oleh sapi jantan (Anwar dan Jiyanto, 2019).

Testis sapi berjumlah dua buah, dalam keadaan normal kedua testis berukuran sama besar, terletak pada daerah prepubis, terbungkus dalam kantong scrotum dan digantung oleh funiculus spermaticus yang mengandung unsur-unsur yang terbawa oleh testis dalam perpindahannya dari cavum abdominalis melalui canalis inguinalis ke dalam scrotum (Toelihere, 1981).

Testis sebagai organ kelamin primer mempunyai dua fungsi yaitu (1) menghasilkan spermatozoa atau sel-sel kelamin jantan, dan (2) mensekresikan hormon kelamin jantan (testosteron). Spermatozoa dihasilkan di dalam tubuli seminiferi sedangkan hormon androgen (testosteron) diproduksi oleh sel-sel interstitial dari Leydig (Toelihere, 1981; Taylor dan Thomas, 2004).

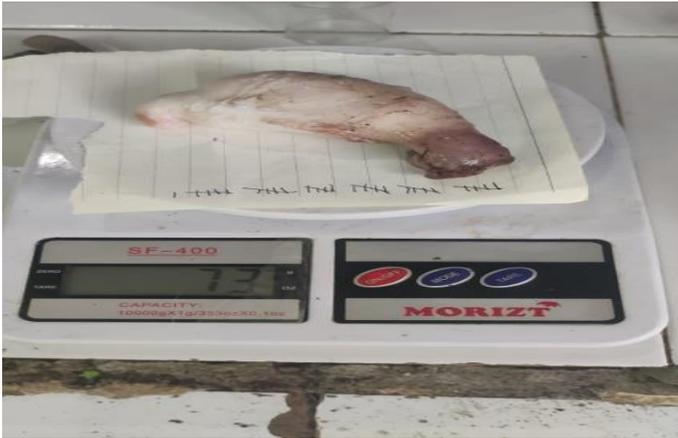
Menurut Iskandariah (1996), testis sapi segar mengandung hormon testosteron alami berkisar 2300-27700 pg/g testis dan protein 63,49%. Sedangkan berdasarkan hasil penelitian Murni dan Jenny (2001), kandungan hormone testosteron dari tepung testis sapi berkisar 142,8-1204 ng/gram. Menurut Iskandar (2010) kandungan hormon testosteron yang terdapat di dalam

ekstrak tepung testis sapi (ETTS) sebesar 100 mcg/ml. Menurut Meyer et al., (2008) kandungan hormon testosteron dalam testis sapi segar 18,8 ppm dan kadar hormon testosteron dalam testis kering dapat lebih dari 60 ppm.

Menurut Lindner (1961), kandungan hormon testosteron dalam testis sapi berkisar antara 14-231 $\mu\text{g.hr/testis}$. Menurut Hay et al (1961) konsentrasi hormon dalam testis sapi berkisar 0-25 mg/100 g. Menurut Hafez (1980), pada sapi kandungan hormon testosteron dalam cairan testis (testicular fluid) sebanyak 2,3 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$.

Testis sapi merupakan bahan alami yang sering digunakan dalam proses penjantanan ikan, beberapa penelitian juga mengaplikasikan tehnik maskulinisasi pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan menggunakan testis sapi.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian dengan menggunakan testis sapi menunjukkan testis sapi mengandung hormon testosteron alami yang sangat tinggi. Selain itu tepung testis sapi mudah didapat, harga relatif murah dan ukurannya besar (Hidayaniet al., 2016). Menurut Pandian dan Sheela (1995), ada 13 hormon steroid yang digunakan untuk alih kelamin yang terdiri dari 16 androgen dan 15 estrogen. Dari hormon androgen, terbagi atas 5 hormon alami dan 11 hormon sintetik. Kelima hormon alami tersebut adalah testosteron, 11-ketotestosteron, 11β -hidrosiandrostedion, androstedion, dehidroepiandrostedion.



Gambar 2.1 Morfologi testis sapi (Anand Aditya, 2022)

B. Maskulinisasi

Maskulinisasi adalah proses pembalikan kelamin menjadi jantan. Manipulasi kelamin atau sex reversal merupakan salah satu bioteknologi akuakultur yang telah banyak dikembangkan dan diaplikasikan dalam peningkatan produksi akuakultur, khususnya ikan (Suseno dkk, 2020). Sex reversal merupakan cara pembalikan arah perkembangan kelamin ikan yang seharusnya berkelamin jantan diarahkan perkembangan gonadnya menjadi betina atau sebaliknya.

Untuk memperoleh benih ikan jantan yang unggul dapat dilakukan penjantanan atau disebut juga dengan istilah sex reversal sebagai suatu teknologi untuk membalikkan arah pengembangan kelamin menjadi berlawanan. Teknik ini dilakukan pada saat belum terdiferensiasinya gonad ikan secara jelas antara jantan dan betina pada waktu menetas. Penerapan sex reversal dapat

menghasilkan populasi monosex (kelamin tunggal), teknik ini dilakukan pada saat belum terdiferensiasinya gonad ikan secara jelas antara jantan dan betina pada waktu menetas. Sex reversal merubah fenotif ikan tetapi tidak merubah genotifnya. Teknik sex reversal mulai dikenal pada tahun 1937 ketika estradiol 17 disintesis untuk pertama kalinya di Amerika Serikat. Pada mulanya teknik ini diterapkan pada ikan guppy (*Poeciliareticulata*). Kemudian dikembangkan oleh Yamamoto di Jepang pada ikan medaka (*Oryzias latipes*). Ikan medaka betina yang diberi metiltestosteron akan berubah menjadi jantan. Setelah melalui berbagai penelitian teknik ini menyebar ke berbagai negara lain dan diterapkan pada berbagai jenis ikan. Awalnya di yakini bahwa saat yang baik untuk melakukan sex reversal adalah beberapa hari sebelum menetas (gonad belum didiferensiasikan). Teori ini pun berkembang karena adanya fakta yang menunjukkan bahwa sex reversal dapat diterapkan melalui embrio dan induk yang sedang bunting (Masduki, 2010).

Penerapan sex reversal dapat menghasilkan populasi monosex (kelamin tunggal). Kegiatan budidaya secara monosex (monoculture) akan bermanfaat dalam mempercepat pertumbuhan ikan. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan tingkat pertumbuhan antara ikan berjenis jantan dengan betina. Beberapa ikan yang berjenis jantan dapat tumbuh lebih cepat dari pada jenis betina misalkan ikan nila dan ikan *C. gariepinus* Amerika (Zairin, 2002). Untuk mencegah pemijahan liar dapat dilakukan melalui teknik ini. Pemijahan liar yang tidak terkontrol dapat menyebabkan kolam cepat penuh dengan berbagai ukuran ikan.

Total biomass ikan tinggi namun kualitasnya rendah. Pemeliharaan ikan monoseks akan mencegah perkawinan dan pemijahan liar sehingga kolam tidak cepat dipenuhi ikan. Selain itu ikan yang dihasilkan akan berukuran besar dan seragam. Contoh ikan yang cepat berkembangbiak yaitu ikan nila dan mujair (Zairin et al, 2002).

Jenis kelamin pada ikan ditentukan oleh dua faktor utama yaitu genetik dan lingkungan. Secara genetik jenis kelamin ditentukan oleh pasangan kromosom yang diturunkan oleh induknya. Namun secara fungsional jenis kelamin ikan ditentukan oleh lingkungan selama perkembangan gonad ikan berlangsung. Faktor lingkungan yang mempengaruhi perkembangan gonad diantaranya adalah temperatur, pH dan eksogenous steroid (Devlin dan Nagahama, 2002 ; Safrizal, 2011).

Maskulinisasi dengan rangsangan hormon perlu memperhatikan umur ikan. Shapiro (1987) menyatakan bahwa semakin muda umur ikan, peluang terbentuknya kelamin jantan semakin besar, dan semakin tua umur ikan peluang perubahan kelamin betina ke jantan makin berkurang. Oleh karena itu, maskulinisasi sebaiknya dilakukan pada umur 7–10 hari setelah telur menetas dan maksimal pada umur 17–19 hari (Suyanto 1994; Irfan1996).

Menurut Masduki, 2010, sex reversal dapat dilakukan melalui terapi hormon (cara langsung) dan melalui rekayasa kromosom (cara tidak langsung). Pada terapi langsung hormon androgen dan estrogen mempengaruhi fenotif tetapi

tidak mempengaruhi genotif. Metode langsung dapat diterapkan pada semua jenis ikan apapun sek kromosomnya. Cara langsung dapat meminimalkan jumlah kematian ikan. Kelemahan dari cara ini adalah hasilnya tidak bisa seragam dikarenakan perbandingan alamiah kelamin yang tidak selalu sama. Misalkan 9 pada ikan hias, nisbah kelamin anakan tidak selalu 1:1 tetapi 50% jantan : 50% betina pada pemijahan pertama, dan 30% jantan : 50% betina pada pemijahan berikutnya.

Metode maskulinisasi telah banyak diterapkan dengan berbagai cara seperti penggunaan hormon dan perubahan lingkungan. Pemberian hormon androgen pada fase diferensiasi gonad pada ikan mampu meningkatkan proses maskulinisasi. Dengan pemberian hormon ini mampu memicu rangsangan pada sistem saraf dan memacu pelepasan hormon gonadotropin untuk pembentukan gonad jantan (Arfahet, 2013). Beberapa penelitian membuktikan bahwa perendaman larva ikan untuk teknik maskulinisasi akan memberikan hasil yang efektif apabila dilakukan selama masa labil penentuan jenis kelamin pada ikan dengan rasio kelamin jantan mencapai 90% (Yustiati, 2018).

Metode perendaman diharapkan hormon akan masuk ke dalam tubuh ikan melalui proses difusi. Perendaman embrio dilakukan pada fase bintik mata karena embrio dianggap telah kuat dalam menerima perlakuan, sedangkan perendaman fase embrio dilakukan karena gonad masih labil sehingga mudah

dipengaruhi rangsangan dari luar (Himawan dkk, 2018). Masuknya hormon ke dalam tubuh larva diduga melalui proses osmosis, dimana konsentrasi hormon dalam media pemeliharaan lebih tinggi dari konsentrasi hormon di dalam tubuh larva itu sendiri, sehingga hormon di dalam media masuk secara difusi ke dalam tubuh larva, dan semakin lama perendaman, semakin banyak hormon yang masuk dan mempengaruhi gonad.

Ada beberapa cara dalam mengamati maskulinisasi seperti pengamatan secara morfologi, cara ini ideal untuk ikan – ikan yang memiliki dimorfisme yang jelas antara jantan dan betina dilakukan dengan metode histologi untuk pengamatan terhadap penampakan jaringan gonad untuk penampakan hasil dari pewarnaan gonad yang menggunakan metode pewarnaan asetokarmin. Metode analisis asetokarmin mengikuti metode Guerrero & Shelton (1974).

BAB IV

PENTINGNYA TESTIS TERNAK DALAM PEMULIAAN IKAN

A. Pengantar Tentang Testis Ternak

Reproduksi merupakan salah satu aspek penting dalam usaha peternakan. Reproduksi langsung berhubungan dengan segitiga produksi (breeding, feeding and management). Reproduksi ternak secara utuh bukan hanya tentang proses perkawinan, namun juga berhubungan dengan pengetahuan tentang anatomis, fisiologis dan morfologis ternak yang mendukung keberhasilan reproduksi. Perkawinan sebagai salah satu bagian dari reproduksi ternak harus menjamin peningkatan mutu genetik. Selain itu, keberhasilan reproduksi juga membutuhkan dukungan pakan yang berkualitas dan manajemen yang baik.

Pada dasarnya perkembangbiakan pada makhluk hidup dibagi menjadi: Perkembangbiakan Asexual: yaitu suatu proses perkembangbiakan yang ditandai dengan tidak adanya gabungan atau persatuan antara sel jantan (sel spermatozoa) dengan sel telur (ovum). Perkembangbiakan ini terjadi hanya pada makhluk hidup tingkat rendah. Perkembangbiakan asexual dapat dibedakan atas: Pembelahan (Fussion) yaitu dari satu sel akan membelah menjadi dua sel dan dari dua sel menjadi empat sel demikian seterusnya. Inti sel membelah, demikian pula sitoplasmanya. Contoh: paramecium, bakteri. Budding yaitu suatu proses

perkembangbiakan yang dicirikan dengan pembentukan kuncup-kuncup dari makhluk induknya, kemudian kuncup-kuncup itu melepaskan diri menjadi makhluk hidup baru. Contoh: Hydra.

Regeneratif/Vegetatif. Suatu proses perkembangbiakan asexual yang dicirikan dengan terbentuknya makhluk hidup baru dari potonganpotongan makhluk hidup yang lama. Contoh: Golongan anelida. Perkembangbiakan Sexual yaitu suatu proses perkembangbiakan yang dicirikan dengan adanya penyatuan dari sel-sel germinatif yaitu sel benih dari jantan dengan sel benih dari betina sehingga terbentuk individu baru. Pada individu golongan tinggi, sel germinatif dihasilkan oleh organ yang disebut Gonad. Sel spermatozoa dihasilkan oleh testes sedangkan sel telur (ovum) dihasilkan oleh ovarium. Peristiwa penyatuan antara sel benih jantan (spermatozoa) dan sel benih betina (ovum) disebut Pembuahan (Fertilisasi) yang menghasilkan zygote. Fertilisasi dibedakan: External Fertilization (pembuahan di luar) yaitu proses pembuahan di mana sel telur dan sel spermatozoa dilepaskan secara bebas oleh masing-masing si betina dan si jantan ke luar (ke dalam air) kemudian terjadi penggabungan yang terjadi di dalam air sehingga menghasilkan zygote. Contoh: Katak dan ikan. Internal Fertilization (pembuahan di dalam) yaitu proses pembuahan melalui kopulasi sehingga sel benih jantan dipindahkan ke dalam saluran alat kelamin betina yang sudah mengandung sel telur, kemudian terjadi penggabungan dan menghasilkan zygote.

B. Peran Hormon dalam Proses Reproduksi

Hormon memiliki peran penting dalam mengatur dan mengontrol berbagai aspek dari proses reproduksi pada ikan. Hormon-hormon ini mempengaruhi pertumbuhan gonad, perkembangan sekunder seksual, serta perilaku reproduksi. Berikut adalah beberapa hormon kunci dan peran mereka dalam proses reproduksi ikan:

- a. Gonadotropin Releasing Hormone (GnRH): GnRH dilepaskan dari hipotalamus dan merangsang kelenjar pituitari untuk memproduksi hormon gonadotropin seperti LH (Luteinizing Hormone) dan FSH (Follicle Stimulating Hormone).
- b. Luteinizing Hormone (LH): LH merangsang sel Leydig di testis ikan jantan untuk memproduksi hormon testosteron, yang diperlukan untuk perkembangan dan fungsi sperma.
- c. Follicle Stimulating Hormone (FSH): FSH berperan dalam merangsang pertumbuhan dan perkembangan sel-sel folikel di ovarium ikan betina, yang pada akhirnya akan menjadi telur yang matang.
- d. Estrogen: Hormon ini diproduksi di ovarium dan berperan penting dalam perkembangan sekunder seksual ikan betina, seperti pertumbuhan telur, pematangan gonad, dan pengaturan siklus reproduksi.
- e. Testosteron: Hormon ini diproduksi di testis dan berperan dalam perkembangan sekunder seksual ikan jantan, seperti pembentukan dan pematangan sperma.

- f. Prolaktin: Hormon ini dapat mempengaruhi proses reproduksi pada beberapa spesies ikan dengan mengatur produksi hormon-hormon reproduksi lainnya serta mengontrol perilaku reproduksi, seperti pengaturan produksi susu pada beberapa ikan betina.
- g. Thyroid Hormones: Hormon tiroid dapat mempengaruhi proses reproduksi dengan mengatur pertumbuhan dan perkembangan sel-sel reproduksi serta metabolisme yang berkaitan dengan reproduksi.
- h. Hormon Kortikosteroid: Hormon ini dapat mempengaruhi respons stres yang pada gilirannya dapat mempengaruhi siklus reproduksi ikan.

Regulasi hormon dalam proses reproduksi ikan sangat kompleks dan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti suhu air, cahaya, ketersediaan makanan, dan faktor lingkungan lainnya. Pemahaman mengenai peran hormon dalam reproduksi ikan sangat penting untuk pengembangan teknik pembenihan ikan yang efisien dalam budidaya perikanan.

C. Keunggulan Penggunaan Testis Ternak

Penggunaan testis ternak dalam pemuliaan ikan menawarkan beberapa keunggulan yang dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pembenihan. Berikut adalah beberapa keunggulan tersebut:

Kualitas Hormon Reproduksi yang Konsisten: Testis ternak menghasilkan hormon-hormon reproduksi seperti testosteron yang diperlukan untuk stimulasi reproduksi ikan. Hormon ini dapat diekstrak dengan kualitas dan konsentrasi yang konsisten, memastikan efektivitas dalam proses pembenihan.

Konsistensi Genetik: Dengan menggunakan testis dari induk ternak yang telah diketahui kualitas genetiknya, dapat dihasilkan sperma dengan karakteristik genetik yang unggul. Ini memungkinkan untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas genetik dalam populasi ikan yang dibudidayakan.

Standarisasi Teknik Pembenihan: Penggunaan testis ternak yang telah teruji dan terstandarisasi memudahkan pengembangan protokol pembenihan yang efisien dan efektif. Hal ini dapat meningkatkan tingkat keberhasilan pemijahan dan kelangsungan hidup larva.

Pengurangan Risiko Penyakit: Penggunaan testis ternak dapat mengurangi risiko infeksi atau penyebaran penyakit dari ikan liar ke dalam populasi budidaya. Sumber sperma yang dikontrol dan bebas dari patogen dapat meningkatkan biosekuriti dalam operasi pembenihan.

Pengembangan Pengetahuan: Dengan menggunakan testis ternak sebagai model, penelitian tentang biologi reproduksi ikan dapat diperdalam. Ini memungkinkan untuk inovasi dan pengembangan teknik-teknik baru dalam pembenihan ikan dan pemuliaan selektif.

Efisiensi Produksi: Menggunakan testis ternak dapat meningkatkan efisiensi produksi dengan mempercepat proses pembenihan, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan meningkatkan kualitas benih yang dihasilkan.

Dengan memanfaatkan keunggulan-keunggulan tersebut, penggunaan testis ternak dalam pemuliaan ikan dapat mendukung pengembangan industri perikanan yang berkelanjutan, inovatif, dan berorientasi pada kualitas. Tetap

penting untuk memastikan bahwa praktik pemuliaan dilakukan dengan memperhatikan aspek etis, kesejahteraan ikan, dan keberlanjutan sumber daya alam.

BAB V

METODE PENGGUNAAN TESTIS TERNAK

DALAM REPRODUKSI IKAN

A. Seleksi dan persiapan Testis Ternak

Ikan merupakan salah satu sumber protein hewani yang penting bagi masyarakat di seluruh dunia. Pertumbuhan populasi ikan yang berkelanjutan membutuhkan pendekatan yang holistik, salah satunya adalah melalui budidaya yang efisien. Di dalam budidaya ikan, salah satu faktor kunci yang menentukan keberhasilan produksi adalah kualitas benih yang dihasilkan. Kualitas benih ikan tidak hanya ditentukan oleh faktor genetik induk tetapi juga oleh proses seleksi dan persiapan testis ternak.

Seleksi dan persiapan testis ternak merupakan tahapan kritis dalam siklus reproduksi ikan. Pemilihan induk ikan yang memiliki karakteristik genetik yang unggul dan kondisi fisik yang prima dapat meningkatkan peluang mendapatkan benih ikan yang berkualitas tinggi. Selain itu, persiapan testis yang optimal memastikan bahwa sperma yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik, yang pada akhirnya akan berkontribusi pada keberhasilan proses pemijahan dan pertumbuhan larva ikan.

Proses seleksi dan persiapan testis ternak dalam reproduksi ikan melibatkan serangkaian teknik dan strategi yang dirancang untuk

memaksimalkan kualitas dan kuantitas benih yang dihasilkan. Dengan pendekatan yang tepat dan perhatian terhadap detail, budidaya ikan dapat menjadi lebih efisien, produktif, dan berkelanjutan.

Melalui pendahuluan ini, kita akan memahami lebih lanjut mengenai pentingnya seleksi dan persiapan testis ternak dalam reproduksi ikan, serta teknik dan prinsip yang mendasarinya. Selanjutnya, kita akan menjelajahi aspek-aspek kunci yang terkait dengan proses ini untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif tentang bagaimana meningkatkan kualitas benih ikan melalui pendekatan selektif dan persiapan testis yang tepat.

Reproduksi ikan merupakan salah satu elemen kritis dalam industri akuakultur dan penelitian perikanan. Kualitas benih yang dihasilkan memiliki dampak langsung terhadap keberhasilan budidaya ikan, produktivitas, serta keseluruhan kesehatan dan keberlanjutan industri perikanan. Di antara berbagai faktor yang mempengaruhi kualitas benih, seleksi testis ternak memegang peran penting. Berikut adalah beberapa alasan mengapa seleksi testis ternak dianggap sangat penting dalam reproduksi ikan:

1. Meningkatkan Kualitas Genetik: Melalui seleksi, ikan yang memiliki karakteristik genetik yang unggul, seperti pertumbuhan cepat, resistensi terhadap penyakit, dan kualitas daging yang baik, dapat dipilih sebagai induk. Hal ini dapat menghasilkan benih dengan kualitas genetik yang lebih baik dan meningkatkan performa produksi di masa mendatang.

2. **Optimasi Produktivitas:** Induk ikan yang dipilih berdasarkan kriteria tertentu dapat menghasilkan jumlah dan kualitas telur atau sperma yang lebih baik. Ini berarti lebih banyak benih yang dapat diproduksi dengan kualitas yang diinginkan, meningkatkan produktivitas dan efisiensi budidaya.
3. **Resistensi terhadap Penyakit:** Dengan memilih ikan yang memiliki ketahanan alami terhadap penyakit atau kemampuan untuk mentransfer resistensi tersebut kepada keturunannya, industri perikanan dapat mengurangi risiko wabah penyakit dan kerugian yang diakibatkannya.
4. **Pertumbuhan yang Konsisten:** Ikan yang berasal dari induk dengan pertumbuhan cepat cenderung memiliki pertumbuhan yang lebih cepat setelah menetas. Hal ini mempercepat siklus produksi dan meningkatkan efisiensi biaya.
5. **Kualitas Lingkungan yang Lebih Baik:** Dengan memilih ikan yang memiliki dampak lingkungan yang lebih baik, seperti efisiensi pakan yang lebih tinggi atau limbah yang lebih sedikit, industri perikanan dapat berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan.
6. **Pengurangan Risiko:** Dengan pemilihan induk yang cermat, risiko gagal panen, kegagalan reproduksi, atau masalah kesehatan lainnya dapat diminimalkan, sehingga meningkatkan keberhasilan dan stabilitas operasional.

Dengan mempertimbangkan pentingnya seleksi testis ternak dalam reproduksi ikan, menjadi jelas bahwa investasi dalam proses seleksi yang cermat dan sistematis dapat memberikan hasil yang signifikan bagi industri perikanan dan keberlanjutan budidaya ikan di seluruh dunia.

B. Proses Pemandahan dan Adopsi Teknik Reproduksi

Reproduksi ikan di lingkungan yang dikendalikan dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas benih, yang pada gilirannya mendukung pertumbuhan industri perikanan. Adopsi teknik reproduksi ikan memungkinkan produsen untuk mengendalikan variabel lingkungan, genetik, dan manajemen untuk memaksimalkan hasil. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam proses pemandahan dan adopsi teknik reproduksi ikan:

- i. **Penilaian dan Pemilihan Teknik:** Sebelum memutuskan untuk mengadopsi teknik reproduksi baru, produsen harus menilai teknik tersebut berdasarkan biaya, kompleksitas, potensi hasil, dan ketersediaan sumber daya.
- ii. **Pelatihan dan Pendidikan:** Mengadopsi teknik reproduksi baru seringkali memerlukan pelatihan dan pendidikan. Produsen harus memastikan bahwa stafnya dilatih dengan baik dalam teknik-teknik baru dan memiliki pemahaman yang mendalam tentang prosesnya.
- iii. **Pemilihan Induk yang Tepat:** Memilih induk ikan yang memiliki kualitas genetik dan karakteristik reproduksi yang diinginkan adalah kunci untuk mendapatkan benih yang berkualitas.

- iv. **Pemeliharaan Lingkungan:** Mengoptimalkan kondisi lingkungan seperti suhu air, kualitas air, dan nutrisi dapat mempengaruhi kematangan reproduksi dan kesuburan ikan.
- v. **Pemantauan dan Manajemen Reproduksi:** Mengadopsi praktik pemantauan yang ketat dan manajemen reproduksi yang efektif memastikan bahwa proses pemijahan dan penetasan berjalan dengan baik.
- vi. **Teknik Pemijahan:** Penggunaan teknik-teknik seperti inseminasi buatan, stripping (pengambilan telur atau sperma), dan metode pemijahan lainnya dapat meningkatkan efisiensi reproduksi dan kualitas benih.
- vii. **Penanganan dan Pemeliharaan Benih:** Setelah penetasan, benih harus ditempatkan dalam kondisi yang optimal untuk pertumbuhan awal, termasuk pemberian pakan yang sesuai, pengendalian penyakit, dan pemantauan kualitas air.
- viii. **Evaluasi dan Penyesuaian:** Setelah mengadopsi teknik reproduksi baru, produsen harus secara rutin mengevaluasi hasilnya dan melakukan penyesuaian yang diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas.

Adopsi teknik reproduksi ikan memerlukan komitmen untuk pengembangan dan pendidikan berkelanjutan, serta investasi dalam infrastruktur dan sumber daya. Namun, dengan pendekatan yang tepat dan implementasi yang efektif, teknik-teknik ini dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi industri perikanan, termasuk peningkatan produktivitas, kualitas benih, dan keberlanjutan operasional.

C. Pengawasan dan Manajemen Selama Proses Reproduksi

Proses reproduksi ikan memerlukan perhatian yang cermat dan pengelolaan yang efektif untuk memastikan kualitas benih yang optimal. Dengan pengawasan dan manajemen yang tepat, produsen dapat meningkatkan peluang keberhasilan pemijahan, penetasan, dan pertumbuhan awal larva ikan. Berikut adalah aspek-aspek kunci yang harus diperhatikan selama proses reproduksi ikan:

1. Pemantauan Kesehatan Induk:

- a. Lakukan pemeriksaan kesehatan rutin terhadap induk ikan untuk memastikan kondisi fisik dan kesehatan yang baik.
- b. Identifikasi dan isolasi ikan yang menunjukkan gejala penyakit atau stres untuk mencegah penyebaran penyakit.

2. Pemeliharaan Kualitas Air:

- a. Monitor kualitas air secara berkala, termasuk suhu, pH, oksigen terlarut, dan parameter lainnya yang mempengaruhi kesejahteraan ikan.
- b. Gunakan sistem filtrasi dan sirkulasi yang efisien untuk menjaga kondisi lingkungan yang optimal.

3. Manajemen Nutrisi:

- a. Berikan pakan yang sesuai dengan kebutuhan nutrisi induk ikan untuk mendukung kematangan reproduksi.

- b. Atur jadwal pemberian pakan dan jenis pakan yang diberikan berdasarkan spesies dan kondisi ikan.
- 4. Pemantauan Kematangan Reproduksi:
 - a. Lakukan evaluasi terhadap kematangan gonad induk ikan menggunakan teknik visual atau analisis histologi.
 - b. Tentukan waktu yang tepat untuk pemijahan berdasarkan tanda-tanda kematangan reproduksi.
- 5. Teknik Pemijahan:
 - a. Terapkan teknik pemijahan yang sesuai, seperti stripping, inseminasi buatan, atau metode pemijahan alami.
 - b. Pantau proses pemijahan untuk memastikan efisiensi dan kualitas produksi sperma dan telur.
- 6. Penanganan dan Penyimpanan Sperma/Telur:
 - a. Simpan sperma dan telur dalam kondisi yang optimal untuk mempertahankan viabilitas dan kualitas.
 - b. Gunakan metode pengawetan yang tepat jika diperlukan, seperti pembekuan atau kriopreservasi.
- 7. Pemantauan Penetasan dan Pertumbuhan Larva:
 - a. Awasi proses penetasan dan kondisi larva ikan setelah menetas.

- b. Pastikan ketersediaan pakan yang sesuai dan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan larva.

8. Evaluasi dan Rekam Jejak:

- a. Catat data dan observasi selama proses reproduksi untuk evaluasi kinerja dan peningkatan prosedur di masa mendatang.
- b. Analisis hasil produksi untuk memastikan kualitas benih dan efisiensi operasional.

Dengan pengawasan dan manajemen yang baik selama proses reproduksi ikan, produsen dapat meningkatkan keberhasilan pemijahan, kualitas benih, dan keberlanjutan operasional. Kombinasi antara perhatian terhadap detail, teknologi canggih, dan praktik pengelolaan yang terbukti efektif akan mendukung pertumbuhan industri perikanan yang berkelanjutan dan produktif.

BAB VI

STUDI KASUS

A. Penelitian Terbaru dalam penggunaan Testis Ternak

Pengaruh Testis Ayam Terhadap Proses Jantenisasi dan Kelangsungan Hidup Larva Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepenus*), Dalam kegiatan budidaya, pembedaan jenis kelamin pada ikan sangat penting dilakukan sejak dini. Hal ini terkait dengan proses kegiatan dalam budidaya selanjutnya yang menunjang dalam keefisienan waktu, biaya dan tenaga. Pembedaan jenis kelamin ini biasa dilakukan dengan teknik pemeriksaan ciri-ciri kelamin sekunder pada ikan dewasa dan pengidentifikasian gonad pada ikan kecil. Pengidentifikasian gonad memerlukan cara khusus agar dapat teranalisa yaitu menggunakan larutan asetokarmin. Dimana larutan ini sebagai pewarna untuk mewarnai gonad (Harijanto, 2006).

Identifikasi kelamin dilakukan saat ikan *C. gariepenus* berumur 30 hari setelah masa pemeliharaan. Dari hasil pembedahan identifikasi jenis kelamin yang dengan pengamatan mikroskopik menggunakan metode histologis pewarnaan asetokarmin. Identifikasi kelamin dilakukan pada seluruh ikan sampel yang hidup pada masing-masing unit percobaan.

Hasil pengamatan gonad dengan mikroskop menunjukkan bahwa gonad betina dan jantan memiliki perbedaan (Gambar 4.1). Pada gonad betina secara mikroskopik (A) ditandai dengan awal perkembangan gonad, ditemukannya oosit yang lebih dominan dan jaringan stroma yang mengalami penipisan karena perkembangan oosit, sedangkan pada gonad jantan (B) ditandai dengan ditemukannya sel spermatozoa berupa titik-titik halus. Gonad ikan betina mempunyai sel telur yang berbentuk bundar yang didalamnya terdapat inti sel. Gonad betina ikan *C. gariepinus* berbentuk gel transparan seperti jaringan yang lembut berisikan butiran-butiran telur. Pewarnaan menggunakan asetokarmin, terlihat sel telur berbentuk bulat dan terdapat inti sel berwarna pudar yang dikelilingi sitoplasma berwarna merah. Sebaliknya, pada gonad jantan tidak terlihat butiran telur, melainkan titik-titik halus berupa sel spermatozoa yang terlihat menyebar (Hidayat, 2016).

Pewarnaan gonad dengan larutan asetokarmin merupakan salah satu teknik dalam pemeriksaan sel kelamin pada ikan. Teknik asetokarmin bisa membedakan bakal testis dan bakal ovarium yang nantinya akan menjadi testis dan ovarium pada ikan dewasa (Junior, 2002). Hal ini membuktikan bahwa pengamatan gonad secara mikroskopis menggunakan larutan asetokarmin memiliki akurasi tinggi dalam membedakan ikan berjenis kelamin jantan dan betina. Akan tetapi, metode ini bersifat merugikan secara ekonomi karena harus

membunuh hewan uji. Budi (2008) mengungkapkan bahwa asetorkamin merupakan salah satu modifikasi teknik pewarnaan yang paling populer terutama dalam bidang sitogenetika untuk penelaahan kromosom.

Data nisbah kelamin dari hasil penelitian perendaman menggunakan larutan testis ayam dengan dosis 0,5 ml/L dan lama perendaman 0 jam, 16 jam, 32 jam, dan 48 jam menunjukkan bahwa persentase ikan jantan pada keempat perlakuan berkisar antara 31,23% - 79,29% dapat dilihat pada Tabel 4.1

Berdasarkan data persentase ikan *C. gariepenus* berjenis kelamin jantan yang diperoleh dari setiap perlakuan (Tabel 4.1) menunjukkan bahwa waktu perendaman yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata antara perlakuan A, perlakuan B dan perlakuan D yang dapat dilihat dari notasi huruf yang berbeda. Namun antara perlakuan B dan C, rata-rata ikan berjenis kelamin jantan tidak begitu tampak perbedaan yang dapat dilihat dari notasi huruf yang hampir sama.

Pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa penggunaan larutan testis ayam dalam proses jantanisasi dengan lama perendaman yang berbeda efektif dilakukan pada ikan *C. gariepenus* yang berumur 7 hari setelah menetas dapat meningkatkan nisbah kelamin yang dimana persentase kelamin jantan tertinggi adalah perlakuan D sebesar 79,29% dengan menggunakan perendaman larutan testis ayam 0,5 ml/L yang dilakukan selama 48 jam ini, hal ini diduga karena kandungan hormon testosteron yang terdapat dalam testis ayam terserap oleh

larva ikan *C. gariepenus* dengan optimal, hal ini sejalan dengan pendapat Irmasari (2012) bahwa masuknya hormon ke dalam tubuh larva diduga melalui proses osmosis, dimana konsentrasi hormon dalam media pemeliharaan lebih tinggi dari konsentrasi hormon di dalam tubuh larva itu sendiri, sehingga hormon di dalam media masuk secara difusi ke dalam tubuh larva, dan semakin lama perendaman maka semakin banyak hormon yang terserap dan mempengaruhi gonad, sedangkan persentase terendah pada perlakuan A (kontrol) sebesar 31,23% tanpa perendaman larutan testis ayam, hal ini diduga karena tidak adanya penyerapan hormon testosteron yang terserap oleh larva ikan *C. gariepenus*. Hal ini sejalan dengan penelitian Leni (2020), maskulinisasi larva ikan nila umur 7 hari setelah menetas dengan lama perendaman 16 jam menunjukkan jumlah ikan jantan tertinggi yaitu 85,71%.

Adapun beberapa indikator yang diduga mampu meningkatkan tingkat keberhasilan proses jantanisasi pada penelitian ini, yaitu suhu dan kandungan kalium yang terdapat pada pakan selama proses pemeliharaan. Strussman dan Patino (1995), menyatakan bahwa sel-sel gonad pada ikan dapat juga dirangsang dengan manipulasi temperatur. Delvin dan Nagahama (2002), juga menambahkan bahwa tinggi rendahnya suhu dapat mempengaruhi pembentukan gonad menjadi jantan atau betina. Suhu yang tinggi cenderung mengarahkan ikan pada pembentukan gonad jantan. Hal ini sejalan dengan penelitian Afpriyaningrum et al (2016), menunjukkan bahwa lama suhu dan lama perendaman hormon 17α -metiltestosteron dengan dosis 2 mg/L selama 4 jam

berpengaruh nyata terhadap jenis kelamin jantan yang dihasilkan. Peranan kalium yang terkandung dalam pakan juga mampu meningkatkan tingkat keberhasilan proses jantanisasi. Menurut Syaifuddin (2004), tingginya kandungan kalium yang terdapat pada pakan larva ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) menyebabkan perubahan kolesterol yang terdapat dalam semua jaringan tubuh larva ikan menjadi pregnolon yang selanjutnya dikonveksi menjadi testosteron. Hormon testosteron yang terdapat dalam tubuh selanjutnya diarahkan pada proses diferensiasi kelamin untuk membentuk individu jantan. Superiyadi (2017), juga menambahkan bahwa kalium berperan proses diferensiasi kelamin yaitu mengatur regulasi testosteron dalam tubuh dan mengarahkan serta mengendalikan kerja androgen. Kalium dapat merubah lemak menjadi pregnolon, diketahui pregnolon dapat mengubah estrogen menjadi progesteron. Berubahnya estrogen menjadi progesteron, maka ikan yang tadinya betina akan diarahkan menjadi ikan jantan (Syarifuddin, 2004).

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa perendaman dengan menggunakan larutan testis ayam dengan dosis 0,5 ml/L berpengaruh terhadap nisbah kelamin ikan *C. gariepinus* yaitu sig sebesar $0.000 < 0,05$ antar perlakuan selama 30 hari pemeliharaan sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata keempat perlakuan berbeda secara signifikan. Untuk melihat perbedaan dari tiap perlakuan maka dilakukan uji lanjut tukey (BNJ). Hasil uji lanjut (Lampiran 7) menunjukkan bahwa Perlakuan A (0 jam) dan Perlakuan B (16 jam) tidak berbeda nyata. Pada Perlakuan B (16 jam) dan Perlakuan C (32 jam) tidak

berbeda nyata, sama halnya dengan Perlakuan C (32 jam) dan Perlakuan D (48 jam) nilainya menunjukkan tidak berbeda nyata. Tapi apabila dibandingkan dengan Perlakuan A (Kontrol) bahwa lama perendaman pada Perlakuan B selama 16 jam mampu meningkatkan persentase jantan sebesar 51,50% atau selisih 20,27% dari Perlakuan A berbeda nyata, sedangkan pada Perlakuan C dengan perendaman 32 jam memiliki persentase jantan sebesar 62,64% atau selisih 31,41% dari Perlakuan A (Kontrol) berbeda nyata, demikian juga pada Perlakuan D dengan perendaman selama 48 jam memiliki persentase jantan sebesar 79,29% atau selisih 48,06% dari Perlakuan A (Kontrol) berbeda nyata.

Oleh karena itu, pada perendaman 32 jam dan 48 jam dapat dikatakan sebagai perendaman yang optimal untuk ikan *C. gariepenus* dalam teknik jantanisasi, pada perendaman 32 jam dapat mengefisienkan waktu dalam proses jantanisasi namun kandungan hormon testosteron yang terserap oleh tubuh ikan tidak terlalu optimal sehingga persentase jantan yang dihasilkan tidak terlalu baik dan perendaman 48 jam dapat meningkatkan persentase jantan yang sebesar 79,29%, hal ini diduga karena hormon testosteron terserap secara optimal namun dalam proses perendamannya dapat menyebabkan kualitas air menjadi buruk dan menyebabkan kematian pada ikan yang dipelihara. Persentase jantan ikan *C. gariepenus* yang tertinggi diperoleh pada Perlakuan D dengan lama perendaman 48 jam, yang kemudian diikuti Perlakuan C dengan lama perendaman 32 jam, Perlakuan B dengan lama perendaman 16 jam dan Perlakuan A dengan lama perendaman 0 jam. Pada Perlakuan D memberikan respon yang cukup baik, hal

ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman yang digunakan maka semakin tinggi kandungan hormon testosteron yang terserap dalam tubuh ikan, serta kecenderungan memperoleh nisbah kelamin semakin tinggi seiring dengan lamanya perendaman.

Secara harfiah, sex reversal dapat diartikan sebagai suatu teknologi pembalikan kelamin secara fenotipik, yaitu ikan yang berkelamin jantan secara genotipik diarahkan perkembangan gonadnya menjadi betina dan sebaliknya (Zairin et al., 2002). Pengarahan kelamin (sex reversal) dengan hormon steroid dapat dilakukan melalui perendaman, penyuntikan atau secara oral melalui pakan (Nurlina dan Zulfikar, 2016). Namun pada penelitian ini, pengarahan kelamin dilakukan dengan cara perendaman yang bertujuan untuk mengetahui waktu perendaman yang terbaik bagi larva ikan *C. gariepenus* dengan dosis 0,5 ml/L larutan testis ayam dalam mencapai optimasi pengarahan kelamin jantan.

Keberhasilan pengarahan jenis kelamin jantan pada ikan *C. gariepenus*, pada Perlakuan D dengan masa perendaman 48 jam dalam larutan testis ayam dengan dosis 0,5 ml/L adalah tingkat keberhasilannya yang tertinggi dengan jumlah rata-rata 79,29% dibandingkan dengan Perlakuan A, B dan C. Tingginya persentase jantan pada perlakuan D (79,29%) dipengaruhi oleh penyerapan kandungan hormon testosteron pada larutan testis ayam yang optimum dalam tubuh ikan *C. gariepenus*. Pada stadia awal perkembangan gonad larva ikan, jenis kelamin belum terbentuk secara sempurna. Pada periode

ini, gonad dapat diarahkan jenis kelaminnya menjadi jantan atau betina dengan bantuan hormon dari luar. Pemberian hormon androgen dapat membantu dalam pembentukan jenis kelamin jantan. Larva ikan yang terpapar hormon androgen dapat mempengaruhi dan mengarahkan perubahan gonad ikan menjadi jantan. Terdapat beberapa jenis hormon androgen, yaitu testosteron, androstenedione, dehidroepiandrosteron, dan dihidrotestosteron. Hormon testosteron yang terkandung dalam larutan testis ayam diduga dapat menambah konsentrasi hormon androgen pada larva ikan *C. gariepinus* sehingga ikan menjadi jantan. Hal ini didukung oleh penelitian Iskandar (2010) bahwa pemberian ekstrak tepung testis sapi yang mengandung hormon testosteron melalui aplikasi perendaman, mampu mempengaruhi sistem hormonal dalam tubuh ikan nila (*Oreochromis niloticus*), sehingga berpengaruh terhadap terbentuknya kelamin jantan.

Ariyanto et al (2010), terdapat dua faktor yang berpengaruh terhadap diferensiasi atau pembentukan nisbah kelamin, yaitu faktor genetik secara internal dan faktor lingkungan secara eksternal. Umur organisme, waktu perendaman, dosis hormon dan temperatur adalah faktor-faktor yang dapat mempengaruhi diferensiasi kelamin ikan. Suhu sebagai faktor eksternal dapat berperan dalam proses diferensiasi kelamin. Pada penelitian Budd et al (2015), memberikan hasil yakni ikan kakap (*Lates calcarifer*) diberi perlakuan dengan suhu 20°C memberikan persentase kelamin jantan sebesar 73% dan pada suhu 15°C menghasilkan persentase kelamin betina sebesar 77%, sedangkan

penelitian yang dilakukan oleh Irmasari et al (2012) dengan metode konsentrasi dosis hormon yang berbeda mendapatkan hasil 69,7% ikan nila (*Oreochromis niloticus*) berjenis kelamin jantan dengan dosis hormon 3 ml/L. Pengaruh perendaman larva ikan *C. gariepinus* dengan lama perendaman waktu yang berbeda pada penelitian ini menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata ($P < 0,05$). Berdasarkan hasil yang didapatkan pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa perlakuan D memiliki nilai persentase kelamin jantan tertinggi dibanding perlakuan A, B dan C hal ini diduga semakin lama waktu perendaman maka semakin optimum untuk pembalikan jenis kelamin ikan *C. gariepinus*. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Rosmaidar (2014) yang menyatakan bahwa semakin lama waktu perendaman, maka persentase ikan nila jantan yang dihasilkan semakin tinggi pula. Irmasari (2012) juga menyatakan bahwa masuknya hormon ke dalam tubuh larva diduga melalui proses osmosis, dimana konsentrasi hormon dalam media pemeliharaan lebih tinggi dari konsentrasi hormon di dalam tubuh larva itu sendiri, sehingga hormon di dalam media masuk secara difusi ke dalam tubuh larva, dan semakin lama perendaman maka semakin banyak hormon yang terserap dan mempengaruhi gonad.

Larva ikan uji yang digunakan pada penelitian ini berumur 7 hari setelah menetas. Pemilihan umur ikan ini dianggap dapat lebih mudah mendiferensiasikan jenis kelaminnya karena pada umur tersebut ikan *C. gariepinus* masih berbentuk primitif karena belum memiliki sistem reproduksi yang jelas, sehingga diharapkan lebih mudah untuk membentuk atau

mengalihkan genotip dari ikan uji tersebut menjadi berjenis kelamin jantan (Nurmala, 2021).

Secara genetik jenis kelamin pada ikan sudah ditetapkan pada saat pembuahan yang ditentukan oleh gen penentu seks X dan Y. Pada kondisi normal tanpa adanya gangguan, perkembangan gonad akan berlangsung secara normal. Individu dengan genotip XX akan berkembang menjadi betina, sedangkan individu dengan genotip XY akan berkembang menjadi jantan. Akan tetapi gonad ikan saat baru menetas masih labil, masih berupa bakal gonad yang belum terdiferensiasi. Bakal gonad yang belum terdiferensiasi tersebut menunggu proses berupa serangkaian kejadian yang memungkinkan seks genotip terekspresi menjadi seks fenotip ke arah jantan atau betina. Pada masa diferensiasi ini, perkembangan gonad sangat labil dan dapat dengan mudah terganggu oleh faktor lingkungan (Lutz, 2001). Kandungan hormon testosteron pada testis ayam dapat menyebabkan sifat alkali pada biota tertentu yang berpengaruh terhadap kelangsungan hidup kromosom X dan Y. Sesuai sifat kromosom X dan Y, kromosom Y lebih tahan lama terhadap keadaan basa, sehingga pada saat spermiasi, jumlah kromosom Y yang dihasilkan induk jantan lebih banyak dibanding kromosom X (Nurmala, 2021).

Penggunaan bahan alami yang ramah lingkungan seperti testis ayam mampu menghasilkan jumlah jantan cukup tinggi, sehingga dengan demikian testis ayam dapat direkomendasikan dalam teknologi sex reversal untuk perubahan

kelamin jantan pada ikan *C. gariepenus*. Diharapkan penggunaan testis ayam akan mampu menjawab keresahan petani-petani ikan dan para konsumen ikan akibat dampak negatif dari penggunaan hormon sintetis. Selain berdampak negatif, hormon sintetis memiliki harga yang mahal dan sulit diperoleh. Penerapan bahan alami ini akan sangat membantu bagi para petani ikan khususnya petani ikan *C. gariepenus* dan masyarakat konsumen ikan yang dihasilkan dari teknologi sex reversal, sehingga efisiensi produksi dan keamanan pangan serta kelestarian lingkungan akan tercapai (Darmayanti, 2013).

Tingkat kelangsungan hidup ikan *C. gariepenus* yang diperoleh selama pemeliharaan 30 hari dengan perendaman menggunakan testis ayam dengan lama perendaman yang berbeda yaitu Perlakuan A sebesar 70,00%, Perlakuan B sebesar 65,00%, Perlakuan C sebesar 66,67% dan Perlakuan D sebesar 56,67% disajikan pada Tabel 4.2

Data kelangsungan hidup ikan *C. gariepenus* pada penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman larva menggunakan testis ayam menyebabkan kematian pada saat proses perendaman. Larva ikan *C. gariepenus* diduga tidak dapat menyesuaikan diri dengan larutan testis ayam, sehingga cukup banyak larva yang tidak dapat bertahan lalu mati. Semakin lama perendaman dilakukan maka tingkat kematian pun semakin tinggi. Hal ini dapat dilihat pada waktu perlakuan jantanisasi, tingkat kelangsungan hidup pasca perendaman menunjukkan hasil dibawah 100%. Perlakuan A (kontrol) atau tanpa

perendaman menunjukkan hasil kelangsungan hidup terbaik yaitu 70,00% dan Perlakuan D (48 jam) menunjukkan hasil kelangsungan hidup terendah yaitu 56,67%.

Hasil uji ANOVA (Lampiran 4) menunjukkan bahwa pengaruh lama perendaman larutan testis ayam terhadap proses jantenisasi ikan *C. gariepenus* berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup ikan ($P < 0.05$) antara perlakuan selama 30 hari pemeliharaan sehingga dilanjutkan dengan uji Tukey (Lampiran 6) untuk melihat perbandingan nyata pada masing-masing perlakuan. Pada Perlakuan A (Kontrol) dengan Perlakuan B (16 jam) kelangsungan hidup ikan *C. gariepenus* tidak berbeda nyata dengan selisih hanya 5%, demikian juga pada Perlakuan A (Kontrol) dengan Perlakuan C (32 jam) kelangsungan hidup ikan *C. gariepenus* tidak berbeda nyata juga dengan selisih hanya 3,33%, sedangkan pada Perlakuan A (Kontrol) dengan Perlakuan D (48 jam) kelangsungan hidup ikan *C. gariepenus* berbeda nyata dengan selisih 13,33%.

Berdasarkan hasil pengamatan selama penelitian dengan pemeliharaan selama 30 hari, tingkat kelangsungan hidup ikan lele dumbo (*Clarias gariepenus*) yang terbaik terdapat pada Perlakuan A (kontrol) dengan persentase kelangsungan hidup sebesar 70,00%, diikuti oleh Perlakuan B (16 jam) sebesar 65,00%, Perlakuan C (32 jam) sebesar 66,67%, sedangkan persentase kelangsungan hidup terendah pada Perlakuan D (48 jam) sebesar 56,67%.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama perendaman mengakibatkan tingkat kelangsungan hidup ikan *C. gariepinus* semakin rendah. Rendahnya nilai kelangsungan hidup selama perendaman diduga karena larutan testis ayam mengakibatkan media air menjadi pekat sehingga menyebabkan stress berujung pada kematian larva ikan *C. gariepinus*. Mengingat tidak semua ikan mengalami kematian, maka dapat dipastikan bahwa daya toleransi pada populasi ikan setiap wadah itu berbeda-beda. Hal ini diduga karena perbedaan kondisi saat sebelum dilakukan perendaman. Hal ini sejalan dengan pendapat Sudrajat (2007), untuk teknik perendaman yang efektif dalam pengarahannya kelamin (jantanisasi), perlu diperhatikan hubungan konsentrasi dan lama perendaman karena merupakan faktor dari keberhasilan pengarahannya kelamin terhadap kelangsungan hidup ikan.

Rendahnya tingkat kelangsungan hidup pada ikan *C. gariepinus* diduga banyak dipengaruhi oleh faktor penanganan, misalnya pada saat perendaman dengan hormon testosteron dan pemeliharaan. Perendaman dan pemberian hormon yang tidak tepat atau salah dapat menyebabkan ikan stres, sehingga kondisi tubuh ikan menurun dan dapat menyebabkan kematian. Demikian juga padat tebar yang berlebihan dapat mengakibatkan terjadinya persaingan oksigen dan konsumsi pakan serta ruang gerak. Rendahnya kelangsungan hidup ini juga kemungkinan disebabkan ikan mengalami stres pada waktu penyiponan yang mengakibatkan kematian ikan pada waktu pemeliharaan (Irmasari, 2012).

Parameter kualitas air adalah variabel yang sangat penting untuk kehidupan dalam pemeliharaan ikan, karena air merupakan media hidup untuk ikan. Oleh karena itu, air dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Kualitas air yang buruk dapat menyebabkan stress, terserang hama dan penyakit, serta kematian pada ikan. Faktor yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan ikan selama penelitian ini yaitu DO, suhu dan pH.

Pengukuran dilakukan 3 kali dalam seminggu. Monitoring kualitas air pada 12 wadah pemeliharaan selama 30 hari menunjukkan perbedaan hasil yang tidak begitu signifikan di masing-masing perlakuan. Hasil pengukuran parameter kualitas air yaitu suhu 26 – 28°C, DO 6 – 8 mg/L, dan pH 6 – 9. Secara keseluruhan, nilai kualitas air yang didapatkan masih berada pada kisaran yang layak untuk pemeliharaan ikan lele (Ditjen Perikanan Budidaya, 2015).

1. Dissolved Oxygen (DO)

Kisaran nilai Dissolved oxygen (DO) dalam air selama 30 hari penelitian pada semua perlakuan berada pada kisaran 6 – 8 mg/L. Kadar oksigen terlarut pada hasil pengamatan ini masih memenuhi kisaran yang layak untuk pemeliharaan ikan lele. Hal ini didukung oleh pernyataan Stickney dalam Racmawati (2015), konsentrasi oksigen yang baik untuk ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) tidak kurang dari 3 mg/L. Menurut Kordi dan Tancung (2007), beberapa jenis ikan mampu bertahan hidup pada perairan dengan

konsentrasi oksigen 3 ppm, namun konsentrasi oksigen terlarut yang baik untuk hidup ikan adalah 5 ppm. Pada perairan dengan konsentrasi oksigen dibawah 3 ppm, beberapa jenis ikan masih mampu bertahan hidup, akan tetapi nafsu makannya mulai menurun.

2. Suhu (°C)

Menurut Lisna dan Insulistyowati (2015), kisaran yang layak untuk pemeliharaan ikan *C. gariepenus* yaitu berkisar antara 22 – 32°C. Sedangkan pada hasil kisan suhu yang terukur selama 30 hari penelitian pada semua perlakuan berada pada kisaran 26 – 28°C. Jadi pada hasil pengamatan ini masih memenuhi kisaran yang layak untuk pemeliharaan ikan *C. gariepenus* hal ini menunjukkan bahwa suhu dalam penelitian ini berpengaruh terhadap pengarahannya kelamin jantan. Hal ini didukung pula oleh Baroiller (2001), yang menyatakan bahwa suhu merupakan faktor eksternal yang dapat mempengaruhi perubahan fenotip betina menjadi jantan pada ikan yang memiliki genotip betina (XX), dan ikan tilapia akan memiliki fenotip jantan apabila pada saat larva diberi perlakuan suhu 28°C (Baroiller 2009). Suhu yang rendah dapat mengakibatkan proses metabolisme menjadi lambat hal ini dapat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan larva ikan *C. gariepenus*.

3. pH (Derajat Keasaman)

Derajat kesamaan (pH) dalam penelitian yang dilakukan selama pemeliharaan berkisar antara 8 - 8,4 (Tabel 4.5). Kondisi ini masih pada kisaran

optimum bagi ikan *C. gariepenus* dimana hal ini ditandai dengan pernyataan bahwa untuk budidaya ikan air tawar seperti ikan *C. gariepenus* pH yang cocok adalah 6 – 9. Hal ini sejalan dengan pendapat Suyanto (1999) mengemukakan nilai pH yang baik untuk lele dumbo (*Clarias gariepenus*) berkisar antara 6,5 – 8,5. Menurut Reddon & Hurd (2013), pH mempengaruhi rasio jenis kelamin jantan dan betina pada periode awal perkembangannya. Hal ini menunjukkan bahwa pH dalam penelitian ini tidak berpengaruh terhadap pengarahannya kelamin jantan.

B. Implikasi Praktis untuk Industri Perikanan

Pemberian testis ayam berpengaruh nyata terhadap proses jantanisasi larva ikan lele dumbo (*Clarias gariepenus*) dengan persentase tertinggi yaitu 79,29% dan yang terendah yaitu 31,23%.

Pengaruh pemberian testis ayam terhadap kelangsungan hidup larva ikan lele dumbo (*Clarias gariepenus*) tidak berpengaruh nyata. Metode dengan lama perendaman menggunakan testis sapi memberikan pengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup ikan lele.

Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan lama perendaman dan dosis larutan testis ayam yang lebih optimal sehingga menghasilkan persentase ikan lele dumbo (*Clarias gariepenus*) berjenis kelamin jantan dan kelangsungan hidup yang tinggi.

BAB VII

TANTANGAN DAN PELUANG

A. Kendala dalam penggunaan Testis Ternak

Penggunaan testis ternak dalam konteks yang umumnya merujuk pada pengujian atau penelitian terkait organ reproduksi jantan pada hewan ternak. Beberapa kendala yang mungkin dihadapi dalam penggunaan testis ternak melibatkan aspek teknis, etis, dan logistik. Berikut adalah beberapa kemungkinan kendala:

Ternak seringkali tersebar di berbagai lokasi, sehingga sulit untuk mengumpulkan sampel testis dari seluruh populasi ternak. Transportasi dan pemeliharaan sampel testis agar tetap dalam kondisi baik selama pengumpulan dan pengujian dapat menjadi tantangan logistik.

Penggunaan testis ternak harus memperhatikan kesejahteraan hewan. Pengambilan sampel testis atau prosedur lainnya harus dilakukan dengan memperhatikan prinsip-prinsip etika dan keadilan terhadap hewan. Perlu memastikan bahwa penelitian atau pengujian yang dilakukan tidak menyebabkan penderitaan berlebihan pada hewan.

Pengambilan sampel testis harus dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari cedera atau trauma berlebihan pada hewan.

Metode pengambilan sampel yang tidak tepat dapat mengakibatkan hasil yang tidak representatif atau merugikan kesehatan reproduksi ternak. Analisis laboratorium yang akurat memerlukan peralatan dan keahlian khusus. Tersedianya fasilitas laboratorium yang memadai dan personel yang terlatih dapat menjadi kendala.

Beberapa teknik analisis mungkin memerlukan peralatan khusus atau bahan kimia tertentu yang tidak selalu tersedia dengan mudah. Pengumpulan dan pengelolaan data yang efisien diperlukan untuk memahami hasil pengujian dengan baik. Ini melibatkan dokumentasi yang baik, pengolahan data, dan pelaporan hasil dengan benar.

Variabilitas genetik dalam populasi ternak dapat menjadi faktor yang mempengaruhi hasil pengujian. Perlu diperhatikan bahwa karakteristik testis dapat bervariasi secara signifikan antar individu dan ras.

Penting untuk merencanakan pengambilan sampel dan penelitian dengan cermat, serta memastikan bahwa semua prosedur dijalankan dengan memperhatikan aspek kesejahteraan hewan dan etika penelitian. Kendala ini dapat diatasi dengan kolaborasi yang baik antara peneliti, peternak, dan pihak terkait lainnya.

B. Strategi Mengatasi Tantangan

Untuk mengatasi kendala dalam penggunaan testis ternak, Anda dapat mengembangkan strategi yang mencakup berbagai aspek mulai dari perencanaan sampai analisis hasil. Berikut adalah beberapa strategi yang mungkin membantu:

1. Perencanaan yang Matang:

- Rencanakan pengambilan sampel dengan matang, termasuk pemilihan waktu yang tepat dan cara pengambilan yang minim trauma.
- Identifikasi secara jelas tujuan dari penggunaan testis ternak dan perhatikan parameter apa yang perlu diukur atau diuji.

2. Kolaborasi dan Keterlibatan Peternak:

- Libatkan peternak dalam perencanaan dan pelaksanaan pengujian. Mereka memiliki pemahaman mendalam tentang kondisi ternak dan dapat memberikan wawasan berharga.
- Dengan melibatkan peternak, Anda dapat memastikan bahwa prosedur yang dilakukan tidak hanya efektif secara ilmiah tetapi juga dapat diintegrasikan ke dalam praktik peternakan sehari-hari.

3. Penerapan Etika dan Kesejahteraan Hewan:

- Pastikan bahwa semua prosedur pengambilan sampel dan pengujian mematuhi standar etika dan kesejahteraan hewan.
- Identifikasi dan terapkan metode yang paling minim trauma untuk mengurangi stres pada hewan.

4. Pengelolaan Data yang Baik:

- Pastikan data yang dikumpulkan terdokumentasi dengan baik. Gunakan sistem pengelolaan data yang efisien untuk menyimpan dan mengelola informasi dengan baik.
- Analisis statistik yang tepat dapat membantu dalam mendapatkan wawasan yang lebih mendalam dari hasil pengujian.

5. Penggunaan Teknologi:

- Manfaatkan teknologi untuk membantu dalam pengumpulan data dan analisis. Teknologi seperti sensor, pemantauan keberlanjutan, atau analisis gambar dapat mempermudah pengumpulan data.

6. Pelatihan dan Sertifikasi:

- Pastikan bahwa personel yang terlibat dalam pengambilan sampel dan analisis memiliki pelatihan yang memadai dan sertifikasi yang diperlukan.
- Keterampilan teknis yang baik akan meningkatkan akurasi dan kehandalan hasil.

7. Edukasi dan Komunikasi:

- Edukasikan peternak dan pihak terkait tentang manfaat dan tujuan dari penggunaan testis ternak.

- Komunikasikan temuan atau hasil kepada pihak yang berkepentingan dengan cara yang mudah dipahami.

8. Pemantauan Konsisten:

- Implementasikan sistem pemantauan yang konsisten untuk mengidentifikasi potensi masalah atau perubahan dalam kondisi ternak.

9. Kolaborasi Institusi:

- Kolaborasikan dengan institusi penelitian, laboratorium, atau organisasi lain yang dapat memberikan dukungan dan sumber daya tambahan.

Dengan merencanakan dengan cermat, melibatkan pihak terkait, dan mengikuti standar etika dan kesejahteraan hewan, Anda dapat mengoptimalkan penggunaan testis ternak dan meminimalkan kendala yang mungkin timbul.

C. Potensi Pengembangan Lebih Lanjut

Pengembangan lebih lanjut dalam penggunaan testis ternak dapat melibatkan sejumlah aspek, termasuk peningkatan metode pengambilan sampel, pengembangan teknologi, penelitian genetika, dan penerapan praktik-praktik terbaik dalam peternakan. Berikut adalah beberapa potensi pengembangan lebih lanjut:

1. Peningkatan Metode Pengambilan Sampel:

- Penelitian lebih lanjut dapat difokuskan pada pengembangan metode pengambilan sampel yang lebih efisien, akurat, dan minim trauma bagi hewan.

- Pemanfaatan teknologi sensor atau imaging untuk pengukuran non-invasif mungkin dapat meningkatkan presisi dan kenyamanan.

2. Penggunaan Teknologi Terkini:

- Integrasi teknologi canggih, seperti kecerdasan buatan (AI), pembelajaran mesin, dan analisis data besar, dapat membantu dalam pengolahan dan interpretasi data dengan lebih akurat.

- Pemanfaatan teknologi untuk pemantauan kesehatan reproduksi ternak secara real-time dapat membantu peternak dalam mengambil keputusan yang lebih cepat.

3. Genomika dan Seleksi Genetik:

- Penelitian genetika terkait dengan testis dapat membantu dalam pemahaman lebih mendalam tentang faktor-faktor genetik yang mempengaruhi reproduksi ternak.

- Penerapan genomika untuk pemilihan genetik yang lebih baik dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas ternak.

4. Penelitian Hormon dan Fisiologi Reproduksi:

- Studi lebih lanjut tentang hormon dan fisiologi reproduksi pada ternak dapat membantu dalam pengembangan strategi manajemen reproduksi yang lebih efektif.

- Pemahaman yang lebih baik tentang siklus reproduksi, produksi sperma, dan interaksi hormon dapat memberikan wawasan untuk meningkatkan kinerja reproduksi ternak.

5. Pemanfaatan Data untuk Pengelolaan Ternak:

- Pengembangan sistem informasi manajemen ternak yang terintegrasi dapat membantu peternak dalam melacak data kesehatan reproduksi, performa reproduksi, dan sejumlah parameter lainnya.

- Analisis data yang lebih mendalam dapat memberikan wawasan tentang tren dan potensi perbaikan dalam manajemen reproduksi ternak.

6. Pengembangan Pendidikan dan Pelatihan:

- Program pendidikan dan pelatihan untuk peternak dan personel terkait dapat membantu meningkatkan pemahaman tentang praktik-praktik terbaik dalam manajemen reproduksi ternak.

- Pelatihan dalam penggunaan teknologi baru dan metode inovatif dapat mempercepat adopsi di lapangan.

7. Pengembangan Produk dan Layanan Terkait Reproduksi:

- Pengembangan produk atau layanan yang mendukung manajemen reproduksi ternak, seperti suplemen nutrisi, obat-obatan, atau peralatan khusus, dapat meningkatkan kesehatan reproduksi dan produktivitas ternak.

8. Pengelolaan Kesehatan Reproduksi:

- Integrasi manajemen kesehatan reproduksi sebagai bagian dari strategi manajemen keseluruhan ternak dapat membantu mengurangi risiko penyakit reproduksi dan meningkatkan tingkat keberhasilan reproduksi.

Pengembangan dalam bidang ini memerlukan kolaborasi antara penelitian ilmiah, industri peternakan, dan pihak-pihak terkait lainnya. Penerapan hasil penelitian ke lapangan dapat membantu dalam meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan ternak.

D. Pertimbangan Etika dalam pemuliaan ikan

Pemuliaan ikan adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk meningkatkan sifat-sifat genetik tertentu pada ikan, seperti pertumbuhan lebih cepat, resistensi terhadap penyakit, dan kualitas daging yang lebih baik. Dalam melakukan pemuliaan ikan, terdapat pertimbangan etika yang perlu diperhatikan

untuk memastikan bahwa kegiatan tersebut dilakukan dengan memperhatikan kesejahteraan ikan dan prinsip-prinsip etika dalam penelitian dan pemuliaan hewan. Berikut adalah beberapa pertimbangan etika dalam pemuliaan ikan:

1. Kesejahteraan Hewan:

- Pastikan bahwa seluruh kegiatan pemuliaan dilakukan dengan memperhatikan kesejahteraan ikan. Ini mencakup pengaturan lingkungan perairan yang baik, pemberian makanan yang memadai, dan pengelolaan stres selama proses pemuliaan.
- Pilih metode pemuliaan yang minim trauma dan memberikan kesejahteraan maksimal pada ikan, seperti teknik pemijahan yang tidak menyebabkan stres berlebihan.

2. Keseimbangan Genetik dan Kesehatan Populasi:

- Pertimbangkan keseimbangan genetik dalam populasi ikan. Pemilihan terhadap sifat-sifat tertentu tidak boleh mengorbankan keragaman genetik secara berlebihan, yang dapat mengurangi keberlanjutan dan ketahanan populasi terhadap perubahan lingkungan.

- Hindari pemuliaan yang dapat meningkatkan risiko penyakit atau kelainan genetik yang dapat merugikan kesehatan populasi ikan.

3. Prinsip 3R (Replacement, Reduction, Refinement):

- Terapkan prinsip 3R, yaitu Replacement (penggantian), Reduction (pengurangan), dan Refinement (peningkatan) dalam desain dan pelaksanaan eksperimen pemuliaan. Prinsip ini bertujuan untuk mengurangi penggunaan

hewan percobaan, mengurangi penderitaan, dan meningkatkan metode yang lebih baik.

4. Transparansi dan Komunikasi:

- Komunikasikan dengan jelas tujuan pemuliaan kepada semua pihak yang terlibat, termasuk peneliti, pembudidaya ikan, dan masyarakat umum.

- Pastikan transparansi dalam penyampaian informasi mengenai metode pemuliaan, hasil penelitian, dan dampak yang mungkin terjadi pada populasi ikan dan lingkungan perairan.

5. Pertimbangan Ekosistem:

- Pemuliaan ikan tidak hanya harus mempertimbangkan keuntungan ekonomis dan produksi ikan, tetapi juga dampaknya pada ekosistem perairan. Pastikan bahwa pemuliaan tidak merugikan keberlanjutan lingkungan.

6. Penggunaan Teknologi Terbaru:

- Gunakan teknologi terbaru dengan bijaksana. Meskipun teknologi seperti rekayasa genetika dapat memberikan keuntungan tertentu, pertimbangkan etika dan risiko yang terkait dengan penggunaannya.

7. Kolaborasi dan Konsultasi dengan Ahli Etika:

- Libatkan ahli etika atau komite etika dalam perencanaan dan evaluasi program pemuliaan ikan. Mereka dapat memberikan pandangan yang objektif dan membantu memastikan bahwa kegiatan tersebut mematuhi prinsip-prinsip etika.

8. Keterlibatan Masyarakat:

- Dalam kasus pemuliaan ikan yang memiliki dampak signifikan pada komunitas atau masyarakat tertentu, libatkan masyarakat dalam pengambilan keputusan dan proses pemilihan prioritas pemuliaan.

Penting untuk mengakui bahwa pemuliaan ikan yang etis tidak hanya berkaitan dengan perlakuan langsung pada ikan, tetapi juga dengan dampak jangka panjang pada lingkungan perairan dan keberlanjutan sumber daya alam. Dengan memperhatikan pertimbangan etika ini, pemuliaan ikan dapat dilakukan dengan cara yang bertanggung jawab dan berkelanjutan.

E. Dampak Lingkungan dari penggunaan Testis Ternak

Penggunaan testis ternak atau penelitian terkait organ reproduksi jantan pada hewan ternak tidak selalu memberikan dampak langsung pada lingkungan secara menyeluruh, tetapi ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan untuk meminimalkan potensi dampak negatif:

1. Pengambilan Sampel dan Kesejahteraan Hewan:

- Metode pengambilan sampel harus meminimalkan trauma dan stres pada hewan. Pemilihan metode yang minim invasif dan pengelolaan kesejahteraan hewan yang baik dapat membantu mengurangi dampak negatif.

2. Pengelolaan Limbah dan Bahan Kimia:

- Penggunaan bahan kimia atau reagen dalam pengujian atau penelitian harus dikelola dengan hati-hati. Limbah yang dihasilkan, baik dalam

bentuk bahan kimia maupun sampel biologis, harus dibuang sesuai dengan pedoman keamanan dan lingkungan yang berlaku.

3. Energi dan Sumber Daya:

- Laboratorium atau fasilitas tempat pengujian testis ternak berlangsung mungkin menggunakan sumber daya seperti listrik, air, dan bahan bakar. Penting untuk mengelola penggunaan sumber daya ini dengan efisien untuk mengurangi jejak lingkungan.

4. Ketersediaan Bahan Bakar dan Transportasi:

- Jika sampel harus dikumpulkan dari lokasi yang jauh, transportasi sampel testis atau personel ke lokasi tersebut dapat memerlukan penggunaan bahan bakar. Pemilihan metode transportasi yang ramah lingkungan atau penggunaan alternatif seperti pengangkutan umum dapat membantu mengurangi dampak.

5. Kebijakan dan Peraturan Lingkungan:

- Penting untuk mematuhi semua peraturan dan kebijakan lingkungan yang berlaku dalam melakukan pengujian testis ternak. Ini dapat melibatkan persyaratan pengelolaan limbah, pemantauan kualitas air, dan aspek lingkungan lainnya.

6. Edukasi dan Kesadaran:

- Kesadaran terhadap dampak lingkungan dari kegiatan pengujian testis ternak dapat membantu mengurangi risiko dampak negatif yang tidak

disengaja. Pelatihan dan edukasi terhadap personel laboratorium dan peternak dapat memperkuat kesadaran ini.

7. Alternatif Metode atau Teknologi:

- Pencarian dan pengembangan alternatif metode atau teknologi yang lebih ramah lingkungan dapat membantu mengurangi dampak dari penggunaan testis ternak. Ini bisa termasuk pengembangan metode pengujian yang lebih efisien atau teknologi yang menggunakan energi terbarukan.

8. Pemantauan Lingkungan:

- Melakukan pemantauan lingkungan sepanjang waktu, terutama jika ada kekhawatiran tentang dampak lingkungan. Pemantauan dapat membantu mendeteksi perubahan dan memungkinkan tindakan korektif yang cepat jika diperlukan.

Perencanaan dan pelaksanaan yang hati-hati dapat membantu meminimalkan dampak lingkungan dari penggunaan testis ternak. Kerjasama dengan pihak berkepentingan, termasuk lembaga lingkungan dan pemerintah setempat, juga penting untuk menciptakan praktik terbaik dan mengurangi dampak negatif yang mungkin timbul.

F. Strategi Keberlanjutan untuk pemuliaan ikan

Pemuliaan ikan yang berkelanjutan sangat penting untuk mendukung produksi ikan yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan. Berikut

adalah beberapa strategi keberlanjutan yang dapat diterapkan dalam pemuliaan ikan:

1. Konservasi Keragaman Genetik:

- Pemilihan dan pemeliharaan keragaman genetik pada populasi ikan adalah kunci keberlanjutan. Hindari pemusatan genetik yang berlebihan dan upayakan untuk melestarikan variasi genetik dalam populasi.

2. Manajemen Genomik dan Seleksi Genetik yang Cermat:

- Terapkan teknik genomik untuk mendukung seleksi genetik yang lebih cermat. Pemahaman yang lebih baik tentang struktur genom ikan dapat membantu meningkatkan efisiensi pemilihan karakteristik yang diinginkan.

3. Perencanaan Keseimbangan Populasi:

- Pertimbangkan keseimbangan populasi untuk mencegah penurunan keragaman genetik dan risiko penyakit. Pemilihan yang berfokus pada perencanaan reproduksi dan pertukaran genetik dapat membantu menjaga keberlanjutan populasi.

4. Prinsip 3R dalam Eksperimen:

- Terapkan prinsip 3R (Replacement, Reduction, Refinement) dalam eksperimen pemuliaan. Upayakan pengurangan penggunaan hewan percobaan, pengurangan stres selama pemuliaan, dan peningkatan metode yang lebih baik.

5. Kesejahteraan Ikan:

- Pastikan bahwa praktik pemuliaan ikan memperhatikan kesejahteraan ikan. Pengelolaan lingkungan perairan, pemberian makanan yang

baik, dan pemilihan metode pemuliaan yang minim stres dapat mendukung kesejahteraan ikan.

6. Teknologi Inovatif:

- Manfaatkan teknologi inovatif, seperti rekayasa genetika atau teknik reproduksi asisten, untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan pemuliaan ikan. Pastikan bahwa penerapan teknologi ini mematuhi standar etika dan keamanan.

7. Pemantauan dan Evaluasi Berkelanjutan:

- Terapkan sistem pemantauan berkelanjutan untuk memonitor kinerja genetik dan parameter lingkungan. Evaluasi berkala dapat membantu dalam penyesuaian rencana pemuliaan untuk mendukung keberlanjutan jangka panjang.

8. Kemitraan dengan Peternak:

- Kolaborasi dengan pembudidaya ikan untuk mengidentifikasi kebutuhan pasar dan menghasilkan ikan yang sesuai dengan preferensi konsumen. Keterlibatan peternak juga dapat membantu dalam peningkatan kinerja dan adaptasi terhadap kondisi lokal.

9. Pengelolaan Sumber Daya Air:

- Pertimbangkan dampak ekologi dari pemuliaan ikan terhadap sumber daya air. Pastikan bahwa pengelolaan air dan limbah yang dihasilkan selama pemuliaan ikan tidak merusak ekosistem perairan.

10. Edukasi dan Kesadaran:

- Lakukan edukasi dan kesadaran terkait keberlanjutan pada para pemangku kepentingan, termasuk peternak, konsumen, dan masyarakat umum. Pemahaman yang lebih baik akan keberlanjutan dapat meningkatkan dukungan dan adopsi praktik-praktik berkelanjutan.

11. Kebijakan Dukungan Keberlanjutan:

- Dukung pembuatan kebijakan yang mendukung praktik pemuliaan ikan yang berkelanjutan. Kebijakan ini dapat mencakup insentif untuk praktik berkelanjutan, peraturan yang melibatkan tanggung jawab lingkungan, dan pemberian sertifikasi keberlanjutan.

Strategi ini bersifat holistik dan melibatkan berbagai aspek, dari manajemen genetik hingga keberlanjutan ekologi dan kesejahteraan ikan. Kombinasi dari strategi ini dapat membantu mencapai tujuan pemuliaan ikan yang berkelanjutan.

G. Peran Teknologi dalam meningkatkan Efisiensi Reproduksi

Teknologi memiliki peran yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi reproduksi ikan. Penerapan teknologi dalam pemuliaan dan manajemen reproduksi ikan dapat membantu meningkatkan produksi ikan, mengurangi waktu generasi, dan memastikan konsistensi kualitas genetik. Berikut adalah beberapa peran teknologi dalam meningkatkan efisiensi reproduksi ikan:

1. Teknologi Pemantauan Parameter Lingkungan:

- Penggunaan sensor dan perangkat pemantauan dapat membantu memantau parameter lingkungan seperti suhu, salinitas, dan kualitas air secara real-time. Ini memungkinkan penyesuaian yang tepat dalam manajemen kondisi lingkungan untuk mendukung reproduksi yang optimal.

2. Teknik Pemijahan Kontrol:

- Sistem kontrol otomatis dapat digunakan untuk mengatur kondisi lingkungan di dalam tangki pemijahan, seperti suhu, pencahayaan, dan aliran air. Teknik ini dapat memicu pemijahan secara tepat waktu dan meningkatkan tingkat keberhasilan pemijahan.

3. Teknologi Pengolahan Gambar (Image Processing):

- Teknologi pengolahan gambar dapat digunakan untuk memonitor kondisi fisik dan kesehatan ikan secara non-invasif. Hal ini dapat membantu dalam penilaian cepat dan akurat terhadap kesiapan reproduksi ikan serta identifikasi potensi masalah kesehatan.

4. Pemilihan Genetik Berbantuan Genom:

- Teknik genomik memungkinkan identifikasi dan pemilihan gen dengan lebih akurat untuk karakteristik tertentu yang diinginkan, seperti pertumbuhan cepat atau resistensi terhadap penyakit. Ini mempercepat proses seleksi genetik dan menghasilkan ikan yang lebih unggul secara genetik.

5. Teknologi Rekayasa Genetika:

- Rekayasa genetika dapat digunakan untuk mengintroduksi atau meningkatkan sifat-sifat tertentu dalam populasi ikan. Meskipun kontroversial, teknologi ini dapat mempercepat peningkatan kualitas dan produktivitas ikan.

6. Teknik Pemisahan Jenis Kelamin:

- Teknologi untuk pemisahan jenis kelamin dapat membantu menghasilkan populasi ikan yang diinginkan dengan proporsi jenis kelamin yang diatur. Ini dapat mengoptimalkan produksi dan manajemen stok ikan.

7. Inseminasi Buatan dan Fertilisasi In Vitro:

- Teknik inseminasi buatan dan fertilisasi in vitro dapat digunakan untuk meningkatkan keberhasilan pembuahan dan produksi benih ikan. Ini memberikan kontrol lebih besar terhadap proses reproduksi dan dapat meminimalkan risiko penurunan kualitas genetik.

8. Penentuan Waktu Pemijahan dengan Data Cuaca:

- Integrasi data cuaca dalam sistem manajemen pemijahan dapat membantu menentukan waktu yang optimal untuk pemijahan. Informasi cuaca dapat membantu mengantisipasi perubahan suhu dan kondisi lingkungan lainnya yang dapat mempengaruhi reproduksi.

9. Penyimpanan Sperma yang Tahan Lama:

- Teknologi penyimpanan sperma yang tahan lama memungkinkan distribusi dan penggunaan sperma secara efisien dalam pemuliaan ikan. Ini dapat membantu mengoptimalkan penggunaan sumber daya genetik.

10. Sistem Informasi Manajemen Ternak:

- Penerapan sistem informasi manajemen ternak dapat membantu peternak dalam melacak dan menganalisis data reproduksi ikan. Ini dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik dan perencanaan keberlanjutan jangka panjang.

Penerapan teknologi ini memerlukan kolaborasi antara peneliti, peternak, dan pakar teknologi untuk memastikan bahwa inovasi tersebut diterapkan secara efektif dan berkelanjutan. Dengan memanfaatkan teknologi secara bijaksana, dapat dihasilkan efisiensi yang lebih tinggi dalam pemuliaan ikan, mendukung keberlanjutan sumber daya perikanan, dan meningkatkan produktivitas sektor perikanan secara keseluruhan.

H. Inovasi Baru dan Perkembangan dalam Teknologi Pemuliaan Ikan

Beberapa inovasi baru dan perkembangan dalam teknologi pemuliaan ikan terus berkembang untuk meningkatkan efisiensi, kualitas genetik, dan keberlanjutan produksi ikan. Berikut adalah beberapa tren dan inovasi terkini dalam teknologi pemuliaan ikan:

1. Teknik Genomik dan Pemilihan Genetik Presisi:

- Penerapan teknologi genomik memungkinkan pemahaman yang lebih mendalam tentang struktur genetik ikan. Pemilihan genetik presisi dapat diaplikasikan dengan lebih efisien untuk karakteristik yang diinginkan, seperti resistensi terhadap penyakit atau pertumbuhan cepat.

2. Teknologi Rekayasa Genetika:

- Pengembangan teknologi rekayasa genetika terus berlanjut, termasuk pendekatan seperti CRISPR-Cas9, yang memungkinkan modifikasi genetik yang lebih akurat. Ini dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas dan ketahanan ikan terhadap faktor lingkungan atau penyakit.

3. Pemahaman Lebih Dalam tentang Kinetika Reproduksi:

- Penggunaan teknologi canggih, seperti analisis citometri aliran dan pemodelan matematika, membantu pemahaman lebih dalam tentang proses reproduksi ikan. Ini dapat membantu dalam mengidentifikasi waktu yang optimal untuk pemijahan dan meningkatkan keberhasilan reproduksi.

4. Teknologi In Vitro dan Pemuliaan Tanpa Pasangan (Parthenogenesis):

- Pemuliaan in vitro dan teknik parthenogenesis dapat menghasilkan benih tanpa perlu adanya pasangan, meningkatkan efisiensi produksi benih dan mengurangi ketergantungan pada pemijahan alami.

5. Teknologi Inseminasi Buatan yang Cepat dan Akurat:

- Pengembangan teknologi inseminasi buatan yang lebih cepat dan akurat membantu meningkatkan tingkat keberhasilan pembuahan. Ini dapat mencakup penggunaan robotik atau sistem otomatis untuk memastikan dosis sperma yang tepat dan waktu inseminasi yang optimal.

6. Pemisahan Jenis Kelamin Secara Teknologis:

- Penggunaan teknologi untuk pemisahan jenis kelamin ikan dapat membantu dalam produksi stok ikan yang diinginkan dengan proporsi jenis kelamin yang diatur. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan teknik seperti pengolahan sperma dengan X atau Y.

7. Sistem Informasi Genetik:

- Penerapan sistem informasi genetik membantu dalam manajemen data genetik yang besar. Sistem ini dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang heritabilitas karakteristik tertentu dan membantu dalam perencanaan pemuliaan yang lebih efektif.

8. Teknologi Pemantauan Kesehatan Reproduksi:

- Penggunaan sensor dan teknologi pemantauan kesehatan ikan secara terus-menerus memungkinkan identifikasi dini masalah kesehatan atau stres pada ikan yang dapat mempengaruhi reproduksi.

9. Teknologi Analisis Big Data:

- Analisis big data dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola-pola genetik kompleks dan hubungan di antara karakteristik reproduksi ikan. Hal ini dapat memberikan wawasan mendalam yang memperkuat keputusan pemilihan genetik.

10. Teknologi Pembekuan Sperma dan Embrio yang Tahan Lama:

- Pengembangan teknologi pembekuan sperma dan embrio yang lebih baik dapat membantu dalam distribusi sumber daya genetik ikan secara efisien, bahkan di lokasi yang jauh.

Penerapan inovasi-inovasi ini dapat membantu mendukung keberlanjutan dan efisiensi dalam industri pemuliaan ikan, mempercepat perbaikan genetik, dan menghadapi tantangan seperti perubahan iklim dan keberlanjutan sumber daya perikanan.

I. Integrasi Teknologi dengan Penggunaan Testis ternak

Integrasi teknologi dengan penggunaan testis ternak dapat memberikan sejumlah manfaat, baik dalam hal efisiensi operasional, pemantauan kesehatan reproduksi, maupun peningkatan akurasi hasil pengujian. Berikut adalah beberapa cara integrasi teknologi dapat dilakukan dalam konteks penggunaan testis ternak:

1. Teknologi Pemantauan Kesehatan Reproduksi:

- Penggunaan sensor dan perangkat pemantauan dapat membantu dalam mengamati dan merekam aktivitas reproduksi ternak secara real-time. Pemantauan ini dapat mencakup suhu tubuh, tingkat aktivitas, dan perilaku pemuliaan. Informasi ini dapat memberikan wawasan yang lebih baik tentang kesehatan reproduksi ternak.

2. Penerapan Teknologi Gambar dan Citra:

- Teknologi pemrosesan gambar dan citra dapat digunakan untuk analisis morfologi testis secara otomatis. Ini membantu dalam evaluasi ukuran, bentuk, dan struktur testis dengan lebih cepat dan akurat, menghemat waktu dan sumber daya.

3. Sistem Informasi Manajemen Ternak (SIMT):

- SIMT dapat digunakan untuk mengelola dan mengorganisir data kesehatan reproduksi ternak. Ini termasuk informasi tentang siklus reproduksi, hasil pengujian, dan rekam jejak reproduksi. Penggunaan SIMT dapat membantu dalam perencanaan pembiakan yang lebih efisien.

4. Pemantauan Kualitas Sperma dengan Teknologi Laboratorium:

- Penerapan teknologi di laboratorium, seperti analisis semen dengan menggunakan mikroskop digital atau alat pengukur kualitas sperma otomatis, dapat meningkatkan akurasi dalam mengevaluasi parameter kualitas sperma, seperti motilitas dan morfologi.

5. Teknologi Pengukuran Hormon:

- Penggunaan teknologi untuk mengukur tingkat hormon reproduksi pada ternak dapat memberikan informasi lebih lanjut tentang siklus reproduksi dan waktu yang tepat untuk pemuliaan. Alat pengukuran hormon yang otomatis dapat memberikan hasil dengan cepat dan konsisten.

6. Pemantauan Jarak Jauh dengan Sensor dan IoT:

- Penggunaan sensor dan teknologi Internet of Things (IoT) dapat memungkinkan pemantauan jarak jauh terhadap kondisi kesehatan dan aktivitas reproduksi ternak. Hal ini dapat membantu peternak mengakses data secara real-time dari lokasi yang jauh.

7. Pemanfaatan Kecerdasan Buatan (AI) dan Pembelajaran Mesin:

- Teknologi kecerdasan buatan dan pembelajaran mesin dapat digunakan untuk menganalisis data reproduksi dan membantu dalam membuat prediksi terkait kesehatan reproduksi, potensi kesuburan, dan hasil pemuliaan.

8. Penggunaan Aplikasi Ponsel untuk Manajemen Ternak:

- Aplikasi ponsel pintar dapat membantu peternak untuk mencatat dan memantau informasi reproduksi ternak dengan mudah. Aplikasi ini dapat mencakup pemberitahuan siklus reproduksi, pemilihan waktu pemuliaan, dan catatan kesehatan reproduksi.

9. Penerapan RFID (Radio-Frequency Identification) atau NFC (Near Field Communication):

- RFID atau NFC dapat digunakan untuk pelacakan individu ternak secara unik. Ini memudahkan identifikasi dan pencatatan data terkait reproduksi untuk setiap hewan secara akurat dan efisien.

10. Teknologi Pemindai dan Identifikasi Genetik:

- Pemindai dan teknologi identifikasi genetik dapat membantu dalam memahami profil genetik individu ternak. Informasi ini dapat digunakan untuk pemilihan genetik yang lebih cermat.

Integrasi teknologi dengan penggunaan testis ternak dapat membawa efisiensi, ketepatan, dan keterukuran dalam manajemen reproduksi ternak. Penting untuk memastikan bahwa implementasi teknologi dilakukan dengan hati-hati dan memperhatikan kesejahteraan hewan serta standar etika.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamu, S. MY Fatihu, NM Useh, NGD Ibrahim, M Mamman, VO Sekoni and KAN Kesievo. 2006. Testicular Pathologic Changes in Relation to Serum Concentrations of Testosterone in Trypanosoma vivax Infected White Fulani Bull. *Journal of Animal and Agromedia Pustaka*.
- Amri, K. & Khairuman. 2008. *Budidaya Ikan Nila Secara Intensif*. Jakarta :
- Anwar,P., dan Jiyanto. 2019. Identifikasi Hormon Testosteron Sapi Kuantan Plasma Nutfah Riau Sebagai Penentu Klasifikasi Kriteria Pejantan Unggul.*Jurnal Peternakan Indonesia*.Vol. 21 (3): 230-239. ISSN 1907-1760.
- Bachtiar, Y. 2006. *Panduan Lengkap Budi Daya Lele Dumbo*. Bogor: PT Agromedia Pustaka. Bogor. 255 hal.
- Baroiller, JF, D’Cotta H. 2001. Environment and Sex Determination in Farmed Fish. *Comparative Biochemistry and Biophysiology. Part C: Toxicology&Pharmacology*. 130(4): 399-409.
- Baroiller, JF, D’Cotta H., Sailant, E. 2009. Environmental Effects on Fish Sex Determination and Differentiation. *Sexual Development*. 3(2-3): 118-135.
- Bearden H.J; John W. Fuquay And Scott T. W. 2004. *Applied Animal Reproduction (Sixth Edition)*. Pearson Prentice Hall. New Jersey.427 P
- Darmayanti, A., A., W. Sutresna., dan Wildan. 2013. Aplikasi Madu untuk Pengarah Jenis Kelamin pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Depik*. 2(2) : 82-86. ISSN:2089-7790.

- Departemen Kelautan dan Perikanan, 2016. Kebijakan DKP: Perikanan Budidaya Potensi Budidaya Ekspor Lele Besar. <http://www.dkp.go.id/content.php?c=2823>.
- Devlin, R.H. and Y. Nagahama, 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture* 208:191-364.
- Dunham, R.A. 2004. *Aquaculture and Fisheries Biotechnology : Genetic Approaches*. CABI Publ. Cambridge, USA. 357 P.
- Effendi, R., D. S. Sjafie, M. F. Raharjo, dan Sulistiono. 2005. *Fisiologi Ikan: Pencernaan dan Penyerapan Makanan*. Institut Pertanian Bogor.
- Effendie, M.I, 1997. *Biologi Perikanan*. Cetakan Pertama. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta.
- Hafez, E.S.E., 1980. *Reproduction in Farm Animals*. 4th edition. LEA&FEBIGER. Philadelphia
- Hay, M.F., Lindner, H.R, Mann, T., 1961. Morphology of bull testes and seminal vesicles in relation to testicular androgens. *proceedings of the royal society of london. Series B, Biological Sciences*. 154, 433–448
- Hidayani, A.A., Y.Fujaya, D.D Trijuno., S.Aslamyah. 2016. Pemanfaatan Tepung Testis Sapi Sebagai Hormon Alami pada Pejantan Ikan Cupang, *Betta splendens* Regan, 1910. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*. 16(1):91-101.
- Irfan, M. 1996. Penggunaan hormon testosterone dengan dosis berbeda terhadap pembentukan individu jantan, mortalitas, dan penambahan berat benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Irmasari., Iskandar., Ujang, S. 2012. Pengaruh Ekstrak Tepung Testis Sapi Dengan Konsentrasi Yang Berbeda Terhadap Keberhasilan Maskulinisasi Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp.*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol. 3, No. 4, 115-121, Desember. 2012.
- Iskandar. 1996. Pemanfaatan testis sapi dalam teknik pengalihan jenis kelamin (sex reversal) ikan nila merah. Skripsi.Universitas Djuanda Bogor.64 hlm.
- Iskandariah. 1996. Pemanfaatan Testis Sapi dalam Teknik Pengalihan Jenis Kelamin (Sex Reversal) Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp.*). Skripsi. Universitas Djuanda. Bogor.
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2011. *Budidaya Lele Sangkuriang (Clarias sp.)*. <http://www.pusluh.kkp.go.id>. Diunduh 11 Oktober 2012.
- Kordi, K.M.G.H., 2010. *Budidaya Ikan Nila di Kolam Terpal*. Yogyakarta. Lyli Publisher.
- Leni, S. A. A. 2020. Pengaruh Masa Perendaman Larva Dalam Larutan Tepung Testis Sapi Brahman (*Bos indicus*) Terhadap Pembentukan Kelamin Jantan Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Sumatera Utara.

- Lindner, H.R., 1961. Androgen and related compounds in the spermatic vein blood of domestic animals. *Journal of Endocrinology* 23, 139–159.
- Lukito. 2002. *Budidaya Ikan Lele Sangkuriang (Clarias sp)*. Erlanga. Jakarta
- Lutz, C., G. 2001. *Practical Genetics for Aquaculture*. Fishing News Books. Blackwell. United Kingdom.
- Mahyuddin K. 2011. *Panduan Lengkap Agribisnis Lele*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Mahyudin, K., & S PI., M.M. (2013). *Panduan Lengkap Agribisnis Lele*. NiagaSwadaya.
- Mattjik, A. A dan I. M. Sumertajaya. 2006. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. IPB Press. Bogor.
- Maulianawati, D., Putri, F. C., & Nur, C. (2020). Seeding Cat Fish Using Feed With Turmeric Powderr and Ovaprim InjectioniIn Pokdakan Purnama Rimba Kalimantan Utara. 91–98.
- Meyer D, Guevara M, Chan W, Castillo C. 2008. Use of fresh bull and hog testis in the sex reversal of Nile tilapia fry. Paper presented at the World Aquaculture 2008, The Annual International Conference and Exposition of World Aquaculture Society and Korean Aquaculture Society. Busan, Korea. 26p.
- Meyer D, Mraco G, W Chan and C Castillo. 2008. Use of Fresh Bull and Hog Testes in Sex Reversal of Nile Tilapia Fry. Aquaculture Collaborative Research Support Program US Agency for International Development (USAID). Honduras.
- Montchowui, E., Bonou, C. A., Lalèyè, P., Philippart, J., & Poncin, P. (2011). Successful artificial reproduction of the African carp : *Labeo parvus* Boulenger , 1902 (Pisces : Cyprinidae). *International Journal*, 3(March), 35–40.
- Murni Adria P dan Jenny MU. 2001. Pengalihan Jenis Kelamin Ikan Nila GIFT (*Oreochromis niloticus*) dengan Pemberian Hormon Testosteron Alami. Risalah Seminar Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi. Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi. BATAN. Jakarta.
- Muslim. 2011. Maskulinisasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan pemberian tepung testis sapi. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. IPB.
- Nakamura, M., Kabayashi, T., Chang, X.T., Nagahama, Y., 1998. Gonadal sex differentiation in teleost fish. *The Journal of Experimental Zoology* 281, 362–372.
- Pandian T.J. 1999. Sex Determination and Differentiation in Teleosts. In Karunasagar I, Indrani K, Alan R : *Aquaculture and Biotechnology*. Science Publisher, Inc. USA.
- Pandian, T.J., Sheela, S.G., 1995. Hormonal induction of sex reversal in fish. *Aquaculture* 138, 1–22.

- Perar, K., & Animal, K. V. (2006). Artificial Induction of Ovulation in Pond-raised Mahseer, Tor khudree Using Carp Pituitary and Ovaprim. October 2017.
- Phelps RP dan Thomas JP. 2000. Sex Reversal of Tilapia. Page 34-59 in B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds. Tilapia Aquaculture in the Americas, Vol 2. The World Aquaculture Society, Baton Rounge, Louisiana, United States.
- Piferrer C, 2001. Endocrine Sex Control Strategies for The Feminization of Teleost Fish. Aquaculture Research, 197: 229-281.
- Rachimi., Raharjo, E. I., & Sudarsono, A. (2017). Pengaruh Konsentrasi Penyuntikan Hormon Hcg Dan Ovaprim Terhadap Daya Tetas Telur Dan Sintasan Larva Ikan Kelabau (*Osteochilus melanopleura* Blkr.). Jurnal Ruaya: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu Perikanan dan Kelautan, 5(1), 11–17.
- Reddon, A. R., Hurd, P. L. 2013. Water pH During Early Development Influences Sex Ratio and Male Morph in a West African Cichlid Fish (*Pelvicachromis pulcher*). Zoology. 116 (3): 139-143.
- Rosmaidar, Thasmi, C.N., Afrida, A., Akmal. M., Herialfian., Manaf, Z.H., 2016. Pengaruh Lama Perendaman Larva Dalam Hormon Metil Testosteron Alami Terhadap Pejantanan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). Jurnal Medika Veterinaria. 10(2): 125-127.
- Saanin, 1986. Taksonomi dan Identifikasi Ikan. Bagian I. Bina Cipta.
- Safrizal, P. 2011. Maskulinisasi ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Melalui Perendaman Dalam Ekstrak Purwoceng (*Pimpinella alpine*). Tesis, Sekolah Pasca sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Satyani, D., Slembrouck, J., Subandiyah, S., & Legendre, M. (2007). Peningkatan Teknik Pembenihan Buatan Ikan Hias Botia, (*Chromobotia Macracanthus* Bleeker). Jurnal Riset Akuakultur, 2(2), 135–142.
- Shapiro, Y.D. 1987. Differentiation and evolution of sex change in fishes. Biosci. Ser. 37(7): 490–496.
- Sinjal, H., Ibo, F., & Pangkey, H. (2014). Evaluasi Kombinasi Pakan dan estradiol_{17β} terhadap pematangan gonad dan kualitas telur ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). Jurnal LPPM Bidang Sains Dan Teknologi, 1(1), 97–112.
- SNI, 2006, Pakan Buatan untuk Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Pada Budidaya Inyensif, <http://www.bsn.or.id./files/sni/SNI%2001-4087-2006.pdf>. 15 Maret 2008.
- Soelistyowati, D. T., Martati, E., dan Arfah, H. 2007. Efficacy of Honey on Sex Reversal of Guppy (*Poecilia reticulata* Peters). Jurnal Akuakultur Indonesia. Vol. 6 pp 155-160.
- Suryanto, A. M., B Setyono. 2007. Pengaruh umur yang berbeda pada larva ikan nila (*Oreochromis* sp) terhadap tingkat keberhasilan pembentukan

kelamin jantan dengan menggunakan Metiltestosteron. *Jurnal Protein*, 11(1): 48-53.

- Suyanto, S.R. 1994. Nila. PT Penebar Swadaya, Jakarta
- Taylor, Robert. E And Thomas G. Field. 2004. *Scientific Farm Animal Production : An Introduction To Animal Science (Eighth Edition)*. Pearson Prentice Hall. New Jersey..764 P.
- Toelihere, M. R. 1981. *Fisiologi Reproduksi pada Ternak*. Angkasa Bandung, Bandung.
- Yulfianti. E.M. Effendi. Sularto. M. Soewarsono. 1995. *Peluang Pemakaian Testis Sapi pada Pengalihan Jenis Kelamin (Sex Reversal) Ikan Nila Merah (Oreochromis sp)*. Abstrak Makalah Seminar Ilmiah FMIPA Unpak 5 Desember 1995. Unpak. Bogor.
- Yustiati A, Bangkit I, Zidni I. 2018. *Masculinization of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) Using Extract of Bull Testes*. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 139: 1-9
- Zairin Jr.M. 2002. *Sex Reversal, Memproduksi Benih Ikan Jantan atau Betina*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Zairin, 2002. *Sex Reversal*. Penebar Swadaya. Jakarta.