

**MASKULINISASI IKAN RAMIREZI (*Mikrogeophagus ramirezi*) DENGAN
KOMBINASI DOSIS 17 α -METILTESTOSTERON DAN LAMA
PERENDAMAN YANG DIUJIKAN PADA UMUR YANG BERBEDA**

SKRIPSI

Oleh

**ARUMBI MAHA PUTRA
2114111031**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**MASKULINISASI IKAN RAMIREZI (*Mikrogeophagus ramirezi*) DENGAN
KOMBINASI DOSIS 17 α -METILTESTOSTERON DAN LAMA
PERENDAMAN YANG DIUJIKAN PADA UMUR YANG BERBEDA**

Oleh

**ARUMBI MAHA PUTRA
2114111031**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERIKANAN**

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

MASKULINISASI IKAN RAMIREZI (*Mikrogeophagus ramirezi*) DENGAN KOMBINASI DOSIS 17α -METILTESTOSTERON DAN LAMA PERENDAMAN YANG DIUJIKAN PADA UMUR YANG BERBEDA

Oleh

ARUMBI MAHA PUTRA

Maskulinisasi merupakan salah satu teknologi di bidang akuakultur yang digunakan dalam meningkatkan hasil produksi ikan jantan. Hormon yang digunakan dalam maskulinisasi yaitu 17α -Metiltestosteron (17α -MT), karena hormon ini paling efektif digunakan dalam proses maskulinisasi. Pengaplikasian metode maskulinisasi dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu dosis hormon, lama perendaman, dan umur larva. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kombinasi umur, lama perendaman, dan dosis hormon yang paling efektif pada maskulinisasi ikan ramirezi menggunakan 17α -Metiltestosteron terhadap produksi ramirezi jantan. Rancangan penelitian yang digunakan yaitu metode rancangan acak kelompok faktorial (RAK Faktorial). Percobaan penelitian ini terdiri dari 2 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan dosis 17α -MT (mg/l) : D1 = 0, D2 = 2, D3 = 4, dan D4 = 8; lama perendaman (jam) : L1 = 1, L2 = 2, dan L3 = 4; dan umur larva (hari) : U1 = 12, U2 = 19, dan U3 = 26. Kombinasi dosis hormon dan lama perendaman yang paling efektif untuk meningkatkan produksi ramirezi jantan yaitu pada dosis hormon 17α -Metiltestosteron sebanyak 2 mg/l dan lama perendaman selama 4 jam dengan persentase jantan >64%.

Kata kunci : 17α -Metiltestosteron, Diferensiasi, Histologi Gonad, Larva, Sex Reversal

ABSTRACT

MASCULINIZATION OF RAMIREZI FISH (*Mikrogeophagus ramirezi*) WITH A COMBINATION OF 17 α -METHYLTESTOSTERONE DOSES AND IMMERSION TIMES TESTED AT DIFFERENT AGES

By

ARUMBI MAHA PUTRA

Masculinization is one of the technologies in the field of aquaculture that is used to increase the production of male fish. The hormone used in masculinization is 17 α -Methyltestosterone (17 α -MT), because this hormone is most effective in the masculinization process. The application of the masculinization method is influenced by three factors, namely the hormone dose, immersion time, and age of the larvae. The purpose of this study was to evaluate the most effective combination of age, immersion duration, and hormone dose in masculinization of ramirezi fish using 17 α -Methyltestosterone on the production of male ramirezi. The research design used was a factorial randomized block design (RAK Factorial) method. This re-search experiment consisted of 2 treatments and 3 replications. Treatment of 17 α -MT doses (mg/l): D1 = 0, D2 = 2, D3 = 4, and D4 = 8; immersion time (hours): L1 = 1, L2 = 2, and L3 = 4; and larval age (days): U1 = 12, U2 = 19, and U3 = 26. The most effective combination of hormone dose and soaking time to increase male ramirezi production is at a 17 α -Methyltestosterone hormone dose of 2 mg/l and a soaking time of 4 hours with a male percentage of >64%.

Keyword : 17 α -Methyltestosterone, Differentiation, Histology of Gonads, Larvae, Sex Reversal

Judul : MASKULINISASI IKAN RAMIREZI
(*Mikrogeophagus ramirezi*) DENGAN
KOMBINASI DOSIS 17 α -
METILTESTOSTERON DAN LAMA
PERENDAMAN YANG DIUJIKAN PADA
UMUR YANG BERBEDA

Nama : *Arumbi Maha Putra*

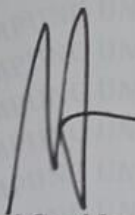
Nomor Pokok Mahasiswa : 2114111031

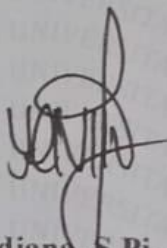
Program Studi : Budidaya Perairan

Jurusan : Perikanan dan Kelautan

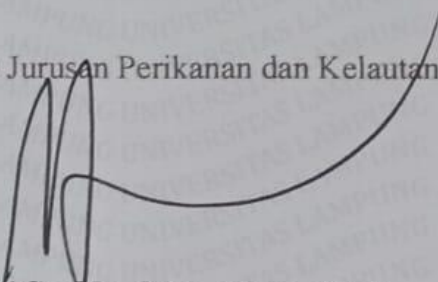
Fakultas : Pertanian

Menyetujui,
1. Komisi Pembimbing


Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198309232006042001


Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si.
NIP. 199003182019032026

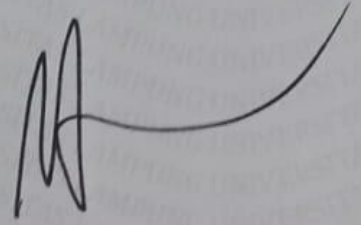
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan


Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198309232006042001

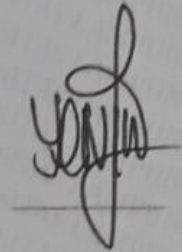
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.

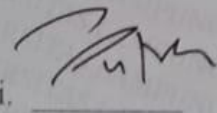


Sekretaris : Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si.

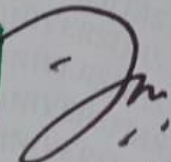


Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. Yudha Trinoegraha Adiputra, S.Pi., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002

Tanggal lulus ujian skripsi : 01 Desember 2025



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN PERIKANAN DAN KELAUTAN

Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145 Telp (0721) 704946 Fax (0721) 770347

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi yang berjudul "**Maskulinisasi Ikan Ramirezzi (*Mikrogeophagus ramirezi*) Dengan Kombinasi Dosis 17 α -Metiltestosteron Dan Lama Perendaman Yang Diujikan Pada Umur Yang Berbeda**" tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata dalam naskah skripsi ini ditemukan dan terbukti terdapat unsur-unsur fabrikasi, falsifikasi, plagiat dan konflik kepentingan saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Bandar Lampung, 18 April 2026

Yang membuat pernyataan



Arumbi Maha Putra
NPM. 2114111031

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Mesuji, pada 24 Oktober 2002, anak keempat dari pasangan Bapak Suharyono dan Ibu Aliyatun. Penulis memiliki 3 saudara perempuan bernama Aulia Fithria Izatin, Aqila Dwi Kartika, dan Galuh Dewi Bestari. Penulis menempuh pendidikan pertamanya di TK PKK Sidomulyo (2008-2009), SDN 01 Sidomulyo (2009-2015), SMP Negeri 2 Mesuji (2015-2018), dan SMA Negeri 1 Tanjung Raya (2018-2021) dengan mengambil jurusan IPA. Setelah lulus SMA penulis melanjutkan pendidikannya ke jenjang Sarjana (S1) Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menempuh dunia perkuliahan penulis aktif pada organisasi Forum Studi Islami (FOSI) Fakultas Pertanian pada divisi Kesekretariatan Masjid dan kemudian dilanjutkan pada divisi Media Center Fosi. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Fisiologi Ikan, Mikrobiologi Akuatik, dan Fisiologi Perkembangan Larva Ikan. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tri Rejomulyo, Kecamatan Penawar Tama, Kabupaten Tulang Bawang, Lampung selama 40 hari pada Januari - Februari 2024. Setelah itu penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Buana Adikarsa Farm yang berada di Perumahan Bumi Sindang Asri, Sindangmulya, Kecamatan Cibarusah, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat pada divisi pemijahan ikan hias. Penulis mengikuti program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) riset penelitian pada Agustus - Desember 2024 di Laboratorium Budidaya Perikanan, Universitas Lampung, dengan judul “Maskulinisasi Ikan Ramirez (*Mikrogeophagus ramirezi*) dengan Kombinasi Dosis 17α -Metiltestosteron dan Lama Perendaman yang Diujikan Pada Umur Yang Berbeda”.

PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsinya sebagai syarat untuk mencapai gelar sarjana perikanan.

Dengan rasa syukur dan penuh kerendahan hati, skripsi ini saya persembahkan kepada:

Kedua orang tua saya, yaitu Bapak Suharyono dan Ibu Aliyatun, serta kakak-kakak yang saya sayangi dan cintai, atas semua doa, nasihat, dukungan, kasih sayang, yang telah diberikan dengan tulus sehingga saya dapat menyelesaikan masa studi dan mendapatkan gelar sarjana.

Rekan-rekan seperjuangan yang telah memberikan dukungan, semangat, doa, serta pengalaman, dan kenangan berharga untuk saya.

MOTO

“Tidak ada balasan kebaikan selain kebaikan pula.”

(Q.S. Ar-Rahman : 60)

“Ketahuilah bahwa kebahagiaan tidak akan ditemukan
selama kita terus mengejar dunia”

(Umar Bin Khattab)

“Jika kamu tidak tahan akan lelahnya belajar,
maka kamu akan menanggung pahitnya kebodohan”

(Imam Syafi'i)

“Shining without light”

(Mayuna)

“The world is very wide, not only around you.
Don't just sit there, wake up and find the real you.”

(Bimatra)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia yang telah diberikan skripsi ini dapat terselesaikan.

Skripsi yang berjudul “Maskulinisasi Ikan Ramirez (*Mikrogeophagus ramirezi*) dengan Kombinasi Dosis 17α -Metiltestosteron dan Lama Perendaman yang Diujikan Pada Umur Yang Berbeda” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas segala dukungan, bantuan, dan doa dari semua pihak baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Unila.
2. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Lampung yang telah membiayai penelitian ini dengan skema Penelitian Dasar yang diketuai oleh Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si. dengan nomor kontrak 533/UN26.21/PN/24.
3. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan serta Dosen Pembimbing Utama.
4. Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P. selaku Koordinator Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan.
5. Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pembantu/Sekretaris.

6. Dr. Yudha Trinoegraha Adiputra, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Penguji Utama.
7. Kedua orang tua saya Suharyono dan Aliyatun serta keluarga besar yang selalu memberikan doa, nasihat, dan dukungan kepada penulis.

Bandar Lampung, 05 Mei 2026

Arumbi Maha Putra

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Kerangka Pikir.....	4
1.5 Hipotesis.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Biologi Ikan Ramirezii	7
2.2 Determinasi dan Diferensiasi Kelamin	9
2.3 <i>Sex Reversal</i>	10
2.4 Hormon 17 α -Metiltestosteron	11
2.5 Mekanisme Kerja Hormon 17 α -Metiltestosteron dalam Proses Maskulinisasi.....	12
2.6 Histologi Gonad	13
III. METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat	15
3.1.1 Waktu Penelitian	15
3.1.2 Tempat Penelitian.....	15
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	15
3.2.1 Bahan Penelitian.....	15

3.2.2	Alat Penelitian	16
3.3	Rancangan Penelitian	18
3.4	Prosedur Penelitian.....	20
3.4.1	Tahapan Persiapan.....	20
3.4.1.1	Persiapan Wadah Pemeliharaan	20
3.4.1.2	Persiapan Ikan Uji.....	20
3.4.1.3	Persiapan Wadah Perendaman	21
3.4.1.4	Persiapan Hormon 17α -Metiltestosteron	21
3.4.2	Tahapan Pelaksanaan	21
3.4.2.1	Perendaman Larva Ikan.....	22
3.4.2.2	Pemeliharaan Ikan.....	22
3.4.3	Tahapan Pengamatan.....	22
3.4.3.1	Identifikasi Kelamin Ikan Ramirezzi (<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>)	22
3.4.3.1.1	Morfologi Ikan Ramirezzi (<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>)	23
3.4.3.1.2	Pewarnaan Asetokarmin.....	23
3.4.3.1.3	Pewarnaan Hematoksilin Eosin.....	24
3.4.3.2	Persentase Jantan.....	24
3.4.3.3	Tingkat Kelangsungan Hidup	24
3.5	Analisis Data	24
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1	Hasil	26
4.1.1	Morfologi Ikan Ramirezzi (<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>) Jantan dan Betina	26
4.1.2	Jenis Kelamin Ramirezzi	27
4.1.2.1	Gonad Ikan Betina dan Jantan dengan Pewarnaan Asetokarmin..	27
4.1.2.2	Gonad Ikan Betina dan Jantan dengan Pewarnaan Hematoksilin Eosin	27
4.1.3	Persentase Jantan.....	28
4.1.4	Tingkat Kelangsungan Hidup.....	30
4.1.5	Kualitas Air	32
4.2	Pembahasan	32

V. SIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Simpulan.....	36
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Bahan, spesifikasi, dan fungsi selama penelitian	15
2. Alat, spesifikasi, dan fungsi selama penelitian	16
3. Sampel kualitas air pemeliharaan ramirezi (<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>).....	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	5
2. Ramirezi (<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>).....	8
3. Tahapan diferensiasi kelamin pada nila (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	10
4. Gonad nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	13
5. Histologi gonad ikan seridung (<i>Ambassis nalu</i>) dan ikan nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) menggunakan pewarnaan hematoksilin eosin	14
6. Tata letak akuarium sisi kanan (a) dan sisi kiri (b)	19
7. Induk ramirezi (<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>) a) induk betina b) induk jantan ...	23
8. Morfologi ramirezi (<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>) a) betina dan b) jantan umur 4 bulan	26
9. Gonad ikan a) betina dan ikan b) jantan ramirezi (<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>) dengan pewarnaan asetokarmin	27
10. Morfologi gonad ikan a) betina dan ikan b) jantan ramirezi dengan (<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>) pewarnaan hematoksilin eosin	28
11. Persentase ramirezi (<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>) jantan yang direndam hormon 17α -Metiltestosteron dosis berbeda	29
12. Persentase ramirezi (<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>) jantan pada lama perendaman berbeda	29
13. Persentase ramirezi (<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>) jantan pada umur berbeda..	30
14. Tingkat kelangsungan hidup ramirezi (<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>) yang direndam hormon 17α -Metiltestosteron dosis berbeda.....	31
15. Tingkat kelangsungan hidup ramirezi (<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>) pada lama perendaman berbeda	31
16. Tingkat kelangsungan hidup ramirezi (<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>) pada umur berbeda.....	32

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) adalah spesies ikan air tawar, *benthopelagic*, non-migrasi dari Amerika Selatan (lembah Sungai Orinoco, di llanos Venezuela dan Kolombia) (Schliewen, 1992). Ikan ramirezi jantan memiliki pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan ikan betinanya. Menurut Heriyati (2013), ikan jantan dari keluarga cichlid memiliki laju pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan betinanya. Selain pertumbuhannya yang cepat, ramirezi jantan memiliki warna dan corak yang lebih cerah, ukuran tubuh yang lebih besar, dan sirip yang lebih panjang (Azizah et al., 2023), hal ini menjadikan ramirezi jantan sebagai pilihan utama bagi para penghobi akuaskap. Menurut Masitoh et al. (2015), pertumbuhan merupakan parameter penting dalam kegiatan akuakultur dan menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan budi daya. Pertumbuhan yang lebih cepat ini memungkinkan ikan jantan untuk mencapai ukuran jual dalam waktu yang lebih singkat, sehingga mempercepat siklus produksi dan meningkatkan frekuensi penjualan.

Upaya dalam meningkatkan produksi budi daya adalah dengan menerapkan sistem budi daya tunggal kelamin (*monosex*) (Sudrajat & Sarida, 2006). Produksi ikan *monosex* dapat dilakukan dengan cara penerapan teknik *sex reversal*. Menurut Suseno et al. (2020), *sex reversal* adalah salah satu bioteknologi di bidang akuakultur yang digunakan dalam peningkatan hasil produksi akuakultur, khususnya pada ikan. *Sex reversal* pada ikan dibagi menjadi dua teknik, yaitu maskulinisasi dan feminisasi. Maskulinisasi adalah metode yang dilakukan untuk mengarahkan kelamin ikan menjadi jantan sedangkan feminisasi adalah metode yang dilakukan untuk mengarahkan kelamin ikan menjadi betina pada masa diferensiasi kelamin (Malik et al., 2019). Menurut Kobayashi et al. (2013), determinasi dan diferensiasi kelamin yang berkembang di testis atau ovarium adalah salah satu

proses penting untuk kelangsungan hidup ikan. Menurut Sarida et al. (2011), pada masa diferensi kelamin gonad ikan masih bipotensial, sehingga kelamin ikan dapat diarahkan menjadi jantan atau betina (plastisitas kelamin).

Teknik *sex reversal* dapat dilakukan menggunakan beberapa metode, diantaranya yaitu perendaman larva, pemberian secara oral melalui pakan, dan penyuntikkan hormon (Devlin & Nagahama, 2002). Menurut Supriyadi (2005), penerapan teknik *sex reversal* pada nila dapat dilakukan dengan metode perendaman embrio, perendaman larva dan pemberian pakan. *Sex reversal* dapat diterapkan ketika ikan dalam fase larva, sebab pada fase ini perkembangan gonad larva belum berdiferensiasi. Menurut Barades et al. (2020), waktu kritis ikan nila untuk dilakukan perubah kelamin adalah 9-15 hari. Menurut Kobayashi et al. (2013), gonad ikan nila mengalami proses diferensiasi kelamin pada umur 30 hari setelah penetasan.

Penerapan *sex reversal* yang paling efektif pada fase larva yaitu menggunakan metode perendaman larva, karena pada fase ini tidak memungkinkan dilakukan menggunakan metode penyuntikkan atau melalui oral. Menurut Laining (2000), metode pemberian hormon secara oral mudah dilakukan, tetapi hal ini kurang efektif karena hormon akan larut kedalam air pemeliharaan dan keefektifannya akan berkurang. Metode perendaman juga memungkinkan penyerapan hormon yang merata ke seluruh tubuh larva, sehingga dapat meningkatkan efektivitas hormon dalam penerapan *sex reversal*. Hormon androgen yang sering digunakan untuk maskulinisasi adalah 17α -Metiltestosteron (17α -MT), sedangkan hormon yang digunakan untuk feminisasi adalah 17β -estradiol (Sudrajat & Sarida, 2006; Hirai et al., 2006; Sarida et al., 2011).

Maskulinisasi telah diaplikasikan secara umum menggunakan hormon sintetis 17α -MT (Arfah et al., 2013). Menurut Hutagalung (2020), teknik *sex reversal* pada ikan nila yang banyak dilakukan adalah dengan penambahan hormon sintetis. Hormon 17α -MT adalah hormon sintetis yang berfungsi sebagai androgen, yang dapat merangsang perkembangan karakteristik jantan pada individu betina. Maskulinisasi ikan menggunakan 17α -MT telah teruji keberhasilannya untuk meningkatkan jumlah ikan jantan dan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan tanpa pemberian hormon (Herjayanto et al., 2019; Jensi et al., 2016).

Tingkat keberhasilan *sex reversal* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu umur ikan, lama perendaman, dan dosis dari hormon yang digunakan (Arifin et al., 2009). Umur ikan merupakan faktor utama yang menentukan tingkat keberhasilan *sex reversal*. Saat fase larva, gonad ikan masih berada pada tahap diferensiasi kelamin yang belum sempurna sehingga di fase ini larva lebih responsif terhadap pengaruh hormon. Menurut Rianti (2024), perendaman larva ramirezi dengan perbedaan umur larva 12 hari dan 19 hari dengan dosis hormon 2 mg/l selama 4 jam menghasilkan persentase ikan jantan terbaik pada umur larva 19 hari sebesar 63,48%.

Lama perendaman dan dosis yang digunakan dalam perlakuan juga merupakan faktor keberhasilan dalam melakukan *sex reversal*. Menurut Salsabil (2024), perendaman larva dengan perbedaan lama perendaman selama 4 jam, 8 jam dan 12 jam pada umur larva 12 hari dengan dosis 2 mg/l menghasilkan persentase ikan jantan terbaik pada perendaman 4 jam sebesar 57,33%. Menurut Wibowo et al. (2019), perendaman larva cupang (*Betta sp.*) dengan perbedaan dosis perendaman 5, 10, 15, 20 mg/l selama 24 jam menghasilkan persentase terbaik pada dosis 20 mg/l sebesar 100%. Teknik maskulinisasi yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya menghasilkan persentase yang rendah sehingga belum efektif jika digunakan untuk proses maskulinisasi ikan ramirezi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian kembali terkait efektivitas *sex reversal* ikan ramirezi dengan kombinasi umur larva, lama perendaman, dan dosis hormon.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kombinasi dosis hormon dan lama perendaman yang paling efektif pada maskulinisasi ikan ramirezi menggunakan 17α -Metiltestosteron terhadap produksi ramirezi jantan.

1.3 Manfaat Penelitian

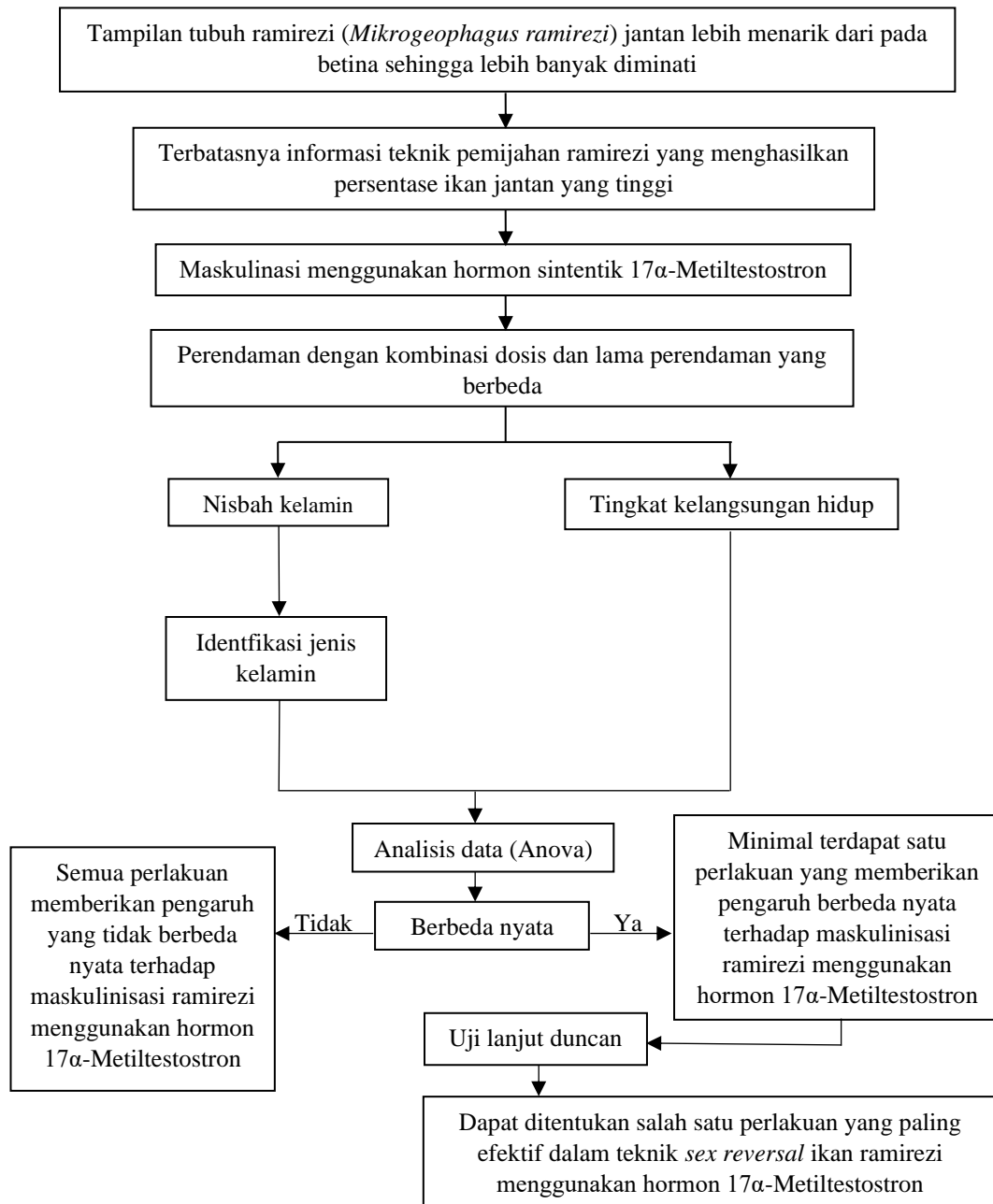
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait maskulinisasi ikan ramirezi dengan kombinasi dosis hormon dan lama perendaman yang ber-

beda menggunakan 17α -Metiltestosteron yang paling efektif sehingga dapat mengurangi biaya pemeliharaan dan mempercepat siklus penjualan ikan.

1.4 Kerangka Pikir

Ikan ramirezi jantan memiliki tampilan tubuh yang lebih unggul serta lebih banyak diminati dibandingkan betinanya, tetapi informasi terkait teknik pemijahan ikan ramirezi yang menghasilkan persentase ikan jantan yang tinggi masih terbatas. Sehingga diperlukannya upaya untuk meningkatkan hasil produksi dalam proses budi daya. Upaya tersebut dapat dilakukan dengan teknik *sex reversal*. *Sex reversal* adalah metode budi daya yang digunakan untuk menghasilkan keturunan kelamin tunggal (*monosex*). *Sex reversal* sendiri terbagi menjadi dua metode, yaitu pengarahannya kelamin ikan menjadi jantan (maskulinisasi) menggunakan hormon 17α -Metiltestosteron dan pengarahannya kelamin ikan menjadi betina (feminisasi) menggunakan hormon 17β -estradiol. *Sex reversal* dapat dilakukan dengan memberikan hormon 17α -Metiltestosteron pada saat larva berusia 7-20 hari atau sebelum terjadinya tahap diferensiasi.

Teknik *sex reversal* dapat dilakukan menggunakan beberapa metode, diantaranya yaitu perendaman larva, pemberian secara oral, dan penyuntikkan hormon. Penerapan *sex reversal* yang paling efektif pada fase larva yaitu menggunakan metode perendaman larva, karena pada fase ini tidak memungkinkan dilakukan menggunakan metode penyuntikan atau melalui oral. Tingkat keberhasilan *sex reversal* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu umur ikan, lama perendaman, dan dosis dari hormon yang digunakan. Berdasarkan pernyataan tersebut penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang terbaik terkait efektivitas maskulinisasi ikan ramirezi dengan kombinasi umur larva, lama perendaman, dan dosis hormon 17α -Metiltestosteron yang berbeda. Secara umum kerangka pikir dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Faktor Dosis

H_0 : semua $\tau_i = 0$

Tidak ada pengaruh perlakuan dosis hormon yang memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap persentase ramirezi jantan.

H1 : minimal ada satu $\tau_i \neq 0$

Setidak-tidaknya terdapat satu perlakuan dosis hormon yang memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap persentase ramirezi jantan.

2. Faktor Lama Perendaman

H0 : semua $\tau_i = 0$

Tidak ada pengaruh perlakuan lama perendaman yang memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap persentase ramirezi jantan.

H1 : minimal ada satu $\tau_i \neq 0$

Setidak-tidaknya terdapat satu perlakuan lama perendaman yang memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap persentase ramirezi jantan.

3. Faktor Kelompok Umur

H0 : semua $\tau_i = 0$

Tidak ada pengaruh perlakuan kelompok umur yang memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap persentase ramirezi jantan.

H1 : minimal ada satu $\tau_i \neq 0$

Setidak-tidaknya terdapat satu perlakuan kelompok umur yang memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap persentase ramirezi jantan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Ramirezii

Menurut Myers & Harry (1948), klasifikasi ramirezi adalah sebagai berikut.

- Kingdom : Animalia
- Filum : Chordata
- Kelas : Actinopterygii
- Ordo : Perciformes
- Famili : Cichlidae
- Genus : *Mikrogeophagus*
- Spesies : *Mikrogeophagus ramirezi*

Mikrogeophagus ramirezi termasuk kedalam keluarga ikan cichlidae. Ikan ini memiliki daya tarik, seperti ukurannya yang relatif kecil dengan maksimal panjang sekitar 4-6 cm dan memiliki warna menarik dengan variasi warna biru, hitam, kuning, dan merah (Budianto et al., 2019). Ikan ini memiliki ciri-ciri berupa warna kuning kecoklatan di bagian kepala, tubuhnya berwarna biru cerah, dan terdapat corak hitam dibawah mata serta di bagian sirip analnya (Gambar 2). Sirip dorsal dan sirip analnya juga memiliki bentuk yang lebar dan panjang, memberikan daya tarik visual tersendiri bagi para penghobi akuarium. Habitat alami ikan ramirezi terletak di perairan tenang seperti sungai-sungai kecil yang terdapat banyak subtrat dan tempat berlindung di daerah tropis Amerika Selatan, khususnya di Venezuela dan Kolombia. Ikan ini dikenal sebagai spesies yang sensitif terhadap perubahan kualitas air, sehingga penting untuk menjaga parameter air tetap stabil agar kesehatan ikan terjaga.



Gambar 2. Ramirez (*Mikrogeophagus ramirezi*)

Kebiasaan makan ikan dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti ketersediaan makanan dan musim. Menurut Muliah et al. (2021), penyebaran organisme pakan pada suatu perairan juga dapat menjadi faktor yang mempengaruhi kebiasaan makanan ikan. Ramirez merupakan ikan omnivora, yang artinya ikan ini adalah tipe pemakan segala. Di alam liar ramirezi mencari makan di dasar perairan dan di sekitar tanaman air. Ikan ini akan mencari cacing, krustasea, atau serangga air di balik substrat di perairan. Selain itu, ramirezi juga menyukai alga yang tumbuh di perairan. Ikan ramirezi memiliki mulut yang kecil, sehingga ikan ini lebih menyukai makanan yang berukuran kecil. Sumber pakan hidup seperti kutu air, cacing sutera, cacing darah, dan jentik nyamuk sangat baik untuk pertumbuhan dan perkembangan mereka. Pakan hidup ini mengandung nutrisi lengkap yang mudah dicerna oleh sistem pencernaan ikan ramirezi.

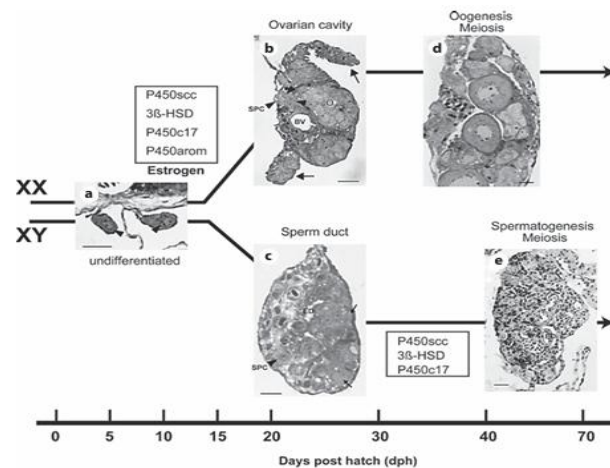
Ramirezi merupakan spesies ikan yang meletakkan telur-telurnya pada substrat, di alam ramirezi akan meletakkan telur-telurnya pada batang pohon atau bebatuan sedangkan di tempat budi daya substrat yang digunakan berupa potongan paralon atau gerabah. Selama proses pemijahan berlangsung induk jantan dan betina akan menjadi agresif dan teritorial. Betina akan meletakkan telur-telur pada permukaan substrat dan jantan akan membuahi telur-telur tersebut. Selama periode ini, kedua induk ramirezi akan menjaga kebersihan telur secara bergantian supaya telur-telur terhindar dari jamur. Dalam waktu 2-3 hari setelah pemijahan, telur-telur tersebut akan mulai menetas. Kedua induk ramirezi akan saling menjaga larvanya selama kurang lebih 4 minggu.

2.2 Determinasi dan Diferensiasi Kelamin

Menurut Kobayashi et al. (2013), determinasi dan diferensiasi kelamin yang berkembang di testis atau ovarium adalah salah satu proses penting untuk kelangsungan hidup ikan. Determinasi adalah proses awal penentuan jenis kelamin berdasarkan faktor genetik, sedangkan diferensiasi adalah proses fisiologis perkembangan gonad menjadi testis dan ovarium. Menurut Nakamura et al. (2003), primordia gonad terbentuk selama fase ontogenesis, kemudian primordia ini berdiferensiasi menjadi testis atau ovarium. Proses diferensiasi kelamin terjadi setelah tahap determinasi kelamin. Proses ini melibatkan perubahan morfologis dan fisiologis pada ikan yang membedakan jantan dan betina.

Menurut Devlin & Nagahama (2002), steroid seks eksogen yang diberikan pada fase larva berperan penting dalam proses diferensiasi kelamin ikan. Hormon testosteron berperan dalam pembentukan dan perkembangan kelamin jantan, sedangkan estrogen berperan dalam pembentukan dan perkembangan kelamin betina. Pemberian hormon steroid dalam merangsang perubahan kelamin pada ikan harus diaplikasikan pada umur yang tepat, karena umur ikan sangat berpengaruh dalam menentukan pembalikan kelamin. Pemberian hormon ini harus memperhatikan kapan akan terjadinya fase determinasi dan diferensiasi kelamin ikan. Periode terbaik dalam pengaplikasian hormon adalah pada fase larva, karena pada fase ini larva ikan belum mengalami diferensiasi kelamin. Menurut Kobayashi et al. (2013), gonad ikan nila mengalami proses diferensiasi kelamin pada umur 30 hari setelah penetasan.

Menurut Kobayashi et al. (2013), proses diferensiasi gonad nila terjadi melalui tiga tahap, yaitu: 1) pada hari ke-3 setelah menetas primordial germ cell (PGC) mulai terbentuk; 2) pada hari ke-9 setelah menetas dimorfisme seksual akan mulai terbentuk dan ditandai dengan adanya *germ cells* (GC); 3) pada hari ke-35 terjadi proses meiosis pertama pada ikan betina dan pada jantan terjadi pada hari ke-50 atau lebih. Tahapan diferensi ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Keterangan : a) gonad pada 3 hari pasca menetas, panah menunjukkan *germ cells* (GC). b) perpanjangan 2 punggung somatik sebagai pembentukan rongga ovarium. c) Struktur seperti celah yang menunjukkan pembentukan saluran eferen (ED) terlihat di jaringan stroma. d) gonad betina hari ke-35. e) gonad jantan hari ke-70.

Gambar 3. Tahapan diferensiasi kelamin pada nila (*Oreochromis niloticus*) (Sumber: Kobayashi et al., 2013)

Diferensiasi kelamin pada ikan dapat dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang dapat mempengaruhi diferensiasi kelamin yaitu sistem hormonal, sedangkan faktor eksternal dapat diakibatkan karena penambahan bahan-bahan tertentu seperti hormon dan pengaruh oleh suhu lingkungan. Menurut Masuyama et al. (2012), pemberian perlakuan pada ikan medaka di suhu tinggi dapat menyebabkan perubahan jenis kelamin ikan menjadi betina. Sistem hormonal berperan penting dalam pengaturan perkembangan seksual ikan, di mana hormon tertentu dapat memicu pembentukan karakteristik kelamin jantan atau betina. Penambahan bahan-bahan tertentu ke dalam lingkungan hidup ikan seperti hormon sintesis, dapat mengganggu keseimbangan hormonal alami ikan. Perbedaan suhu lingkungan juga dapat berpengaruh terhadap diferensiasi kelamin ikan.

2.3 Sex Reversal

Sex reversal atau pembalikan jenis kelamin adalah suatu fenomena biologis dimana jenis kelamin suatu organisme diarahkan menjadi individu *monosex*. *Sex reversal* adalah metode dalam akuakultur yang digunakan untuk menghasilkan benih ikan menjadi jantan semua atau betina semua. Proses maskulinisasi dan

feminisasi ikan dapat dilakukan dengan cara menambahkan hormon sintetis pada saat fase larva. Optimalisasi perubahan jenis kelamin dapat dilakukan dengan memberikan perlakuan hormon pada ikan sebelum fase diferensiasi kelamin (Nakamura et al., 2003). Efektivitas dari hormon sintetis tersebut tidak hanya dipengaruhi pada ketepatan waktu pengaplikasian, melainkan juga dapat ditentukan oleh beberapa faktor pengaruh lainnya.

Keberhasilan teknik *sex reversal* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Menurut Phelps & Popma (2000), *sex reversal* pada ikan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu umur, lama perlakuan, lingkungan, dan dosis. Fenomena *sex reversal* ini dapat terjadi secara alami maupun buatan. Secara alami, *sex reversal* dipengaruhi oleh lingkungan seperti suhu atau pencemaran lingkungan oleh pestisida. Sedangkan faktor buatan *sex reversal* dilakukan dengan cara pemberian hormon androgen pada fase larva. Menurut Sudrajat et al. (2007), penerapan teknik *sex reversal* menggunakan hormon sintetis dapat dilakukan dengan metode oral (pemberian pakan), perendaman larva, atau penyuntikan.

2.4 Hormon 17 α -Metiltestosteron

Hormon 17 α -Metiltestosteron adalah bentuk sintetis dari hormon androgen yang digunakan untuk mengarahkan jenis kelamin ikan menjadi jantan. Metode penggunaan hormon 17 α -MT ini sering diterapkan dalam proses budi daya ikan untuk meningkatkan proporsi jantan, karena populasi ikan jantan lebih unggul dari segi pertumbuhan dan tampilan tubuhnya. Penerapan hormon 17 α -Metiltestosteron dalam *sex reversal* dapat dilakukan melalui pemberian hormon tersebut ketika ikan masih dalam fase larva yang belum berdiferensiasi kelaminnya. Menurut Herjayanto et al. (2019), pemberian 17 α -MT yang efektif yaitu pada fase labil atau saat gonad ikan belum berdiferensiasi. Metode pemberian hormon ini dapat dilakukan dengan cara pemberian secara oral melalui pakan yang telah ditambahkan hormon 17 α -MT atau menggunakan metode perendaman larva. Menurut Arfah et al. (2005), maskulinisasi menggunakan hormon 17 α -MT yang efektif dilakukan yaitu melalui metode perendaman. Penggunaan hormon 17 α -MT dalam metode ini relatif sedikit dan waktu yang dibutuhkan dalam pengaplikasiannya lebih singkat dibandingkan dengan metode lainnya.

2.5 Mekanisme Kerja Hormon 17α -Metiltestosteron dalam Proses

Maskulinisasi

Pemberian hormon sintetis bertujuan untuk meningkatkan jumlah hormon estrogen dan androgen yang terdapat pada tubuh larva. Menurut Devlin & Nagahama (2002), pada setiap jenis ikan memiliki hormon estrogen dan androgen yang berfungsi sebagai penentuan jenis kelamin ikan. Hormon 17α -Metiltestosteron adalah bentuk sintetis dari testosteron yang memiliki aktivitas androgenik yang kuat dan efektif dalam merangsang perkembangan karakteristik ikan jantan pada fase larva. Menurut Phelps & Popma (2000), hormon 17α -Metiltestosteron merupakan hormon sintetis yang berperan sebagai hormon androgenik, hormon ini dapat mengarahkan perkembangan gonad ikan ke pembentukan kelamin jantan.

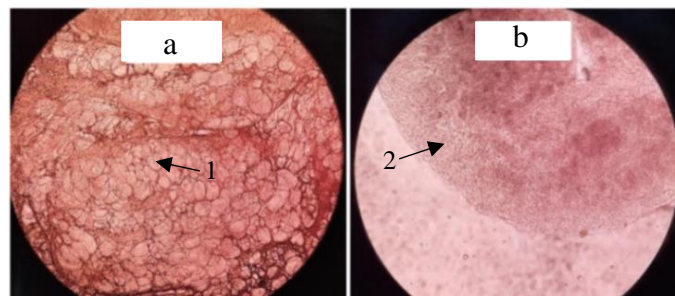
Mekanisme terjadinya *sex reversal* dengan hormon 17α -Metiltestosteron di mulai dengan masuknya hormon ini ke dalam sistem tubuh melalui peredaran darah, yang kemudian akan berikatan dengan reseptor androgen di sel-sel target. Menurut Irmasari et al. (2012), hormon yang masuk ke dalam tubuh ikan terjadi karena proses osmosis, dimana konsentrasi hormon di dalam tubuh lebih rendah dari pada konsentrasi yang ada di dalam media pemeliharaan. Hormon 17α -Metiltestosteron ketika berikatan dengan reseptor androgen maka akan memicu transkripsi gen yang terkait dengan karakteristik seksual jantan. Proses ini akan meningkatkan produksi protein dan enzim yang mendukung perkembangan organ reproduksi jantan. Selain itu hormon 17α -Metiltestosteron juga dapat menghambat proses perkembangan ovarium, sehingga hal ini dapat mencegah pembentukan karakteristik betina.

Maskulinisasi pada ikan dipengaruhi oleh hormon 17α -Metiltestosteron yang efektif merangsang pertumbuhan gonad menuju ke arah jantan. Pemberian dosis yang tepat selama masa kritis larva terbukti mampu meningkatkan persentase jantan. Menurut Rianti (2024), perendaman larva ramirezi dengan menggunakan hormon 17α -Metiltestosteron menghasilkan persentase ikan jantan sebesar 63,48%. Menurut Salsabil (2024), perendaman larva ramirezi dengan hormon 17α -Metiltestosteron menghasilkan persentase ikan jantan sebesar 57,33%.

2.6 Histologi Gonad

Menurut Astuti et al. (2019), histologi merupakan metode yang dilakukan untuk menganalisa gonad secara mikroskopik. Metode histologi menggunakan teknik pewarnaan khusus untuk mengamati dan menganalisis berbagai jenis jaringan. Histologi berguna agar kita dapat mengamati perkembangan sel-sel kelamin atau tingkat kematangan gonad. Selain itu, histologi gonad juga dapat digunakan untuk membedakan jenis kelamin ikan pada tahap-tahap perkembangan tertentu, terutama pada spesies ikan yang sulit dibedakan secara morfologi.

Teknik histologi yang sering digunakan dalam perikanan adalah fiksasi, dehidrasi, pembuatan blok, pewarnaan dan pengamatan. Pewarnaan histologi adalah teknik pewarnaan yang digunakan untuk mewarnai sel dan jaringan, terutama untuk mengidentifikasi struktur sel dan komponen tertentu. Teknik yang umum dilakukan dalam pengamatan gonad yaitu menggunakan pewarnaan asetokarmin dan pewarnaan hematoxilin eosin (Alam et al., 2006; Vica et al., 2024). Asetokarmin adalah pewarna yang berasal dari karmin, yaitu pewarna merah yang larut dalam air (Gambar 4).

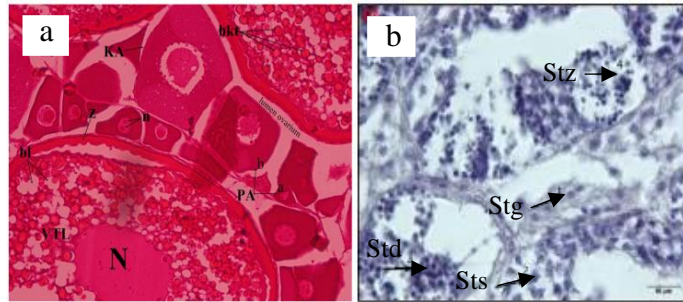


Keterangan : a.) Gonad ikan nila betina 1 =sel telur, b.) gonad ikan nila jantan 2 = sel sperma

Gambar 4. Gonad nila (*Oreochromis niloticus*)

(Sumber: Vica et al., 2024)

Pewarnaan hematoxilin eosin memanfaatkan sifat basa dari hematoxilin dan sifat asam dari eosin. Menurut Putri & Sofyanita (2023), hematoxilin dapat merubah warna inti sel menjadi biru dan eosin dapat merubah warna sitoplasma menjadi merah muda. Pewarnaan gonad ikan menggunakan hematoxilin eosin dapat dilihat pada Gambar 5.



Keterangan : a.) gonad ikan seriding betina : KA = kortikal alveoli, N = nukleus, VFL = vitelogenesis, n = nukleolus, PA = pertumbuhan awal (primer) (a = kromatin nukleus dan b = perinuklear), bl = butiran lemak, bkt = butiran kuning telur, z = zona radiata. b.) Gonad ikan nila jantan : Stg = Sel spermatogonia (proses pembentukan sperma), Sts = Sel spermatosit (sel sperma yang berkembang), Std = Sel spermatid (sel sperma yang belum matang) Stz = Sel spermatozoa (sel sperma),

Gambar 5. Histologi gonad ikan seriding (*Ambassis nalua*) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menggunakan pewarnaan hematoksilin eosin

(Sumber:Arianti et al., 2017; Fandana et al., 2020)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus hingga Desember 2024.

3.1.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan, spesifikasi, dan fungsi selama penelitian

No.	Nama Bahan	Umur	Konsentrasi	Merek	Keterangan
1	Larva ikan ramirezi	12 hari		-	Hewan uji.
2	Hormon 17 α -metiltestosteron	-	-	Argent	Hormon penguji.
3	Alkohol	-	96%	Solvent	Pelarut hormon.
4	neutral buffered fixative (NBF)	-	10%	Indopath	Pengawet gonad.
5	Asetokarmin	-	10 ml	Arkitos chemical	Pewarnaan preparat gonad.
6	Air tandon	-	-	-	Media pemeliharaan.
7	Busa filter	-	100x50 cm	Jawara	Filter air akuarium

Tabel 1. Bahan, spesifikasi, dan fungsi selama penelitian (lanjutan)

No.	Nama Bahan	Umur	Konsentrasi	Merek	Keterangan
8	Trash bag	-	90x120 cm	-	Pembungkus akuarium.
9	Label	-	32x64 mm	Bio	Penanda akuarium.
10	Lakban	-	1 rol	Aleo	Perekat.
11	Benang	-	1 rol	-	Menjahit busa filter.
12	Garam krosok	-	1 kg	-	Air laut buatan.
13	Artemia	-	425 g	Supreme plus	Pakan alami.
14	Cacing sutera	-	-	-	Pakan alami.
15	Pakan koomersil	-	93 g	Tetra bits	Pakan komersil.

3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat, spesifikasi, dan fungsi selama penelitian

No.	Nama Alat	Dimensi	Merek	Keterangan
1	Kontainer	150 liter	Shinpo	Tandon air.
2	Akuarium	40 x 30 x 30 cm ³	-	Wadah pemeliharaan ikan.
3	Blower	LP 100	Resun	Penyuplai aerasi.
4	Paralon	3/4 inch	Rucika	Penghubung kran aerasi ke blower.
6	Selang aerasi	6 mm	Puso	Penghubung batu aerasi ke kran aerasi.
7	Batu aerasi	15 mm	Nikita Star	Pemecah gelembung aerasi.
8	Pemberat filter	3 inch	-	Pemberat busa filter.

Tabel 2. Alat, spesifikasi, dan fungsi selama penelitian (lanjutan)

No.	Nama Alat	Dimensi	Merek	Keterangan
9	Toples	5 liter	Bygy	Wadah perendaman ikan.
10	Gelas ukur	1000 ml	Green leaf	Menakar air.
11	Neraca digital	500 g/0,001 g	Sojilab	Menimbang hormon.
12	Spatula laboratorium	20 cm	-	Mengambil hormon.
13	Tabung <i>corning</i>	15 ml	Falcon	Wadah pelarutan hormon.
14	Sprit	1 ml	Syringe	Menakar alkohol.
15	Skopnet	20 x 10 cm	-	Mengambil ikan.
16	Mangkok salad	450 ml	Dee mak	Wadah pemindahan ikan dari akuarium ke toples.
17	Selang	3/4 inci	Trilliun	Mengalirkan dan menyipon air.
18	Alat tulis	A6	Sidu	Mencatat.
19	Inkubator artemia	1500 ml	-	Penetas kista artemia.
20	Timbangan digital	0,1 gram – 3000 gram	Superior	Menimbang bobot ikan.
21	Kamera	<i>Handphone</i>	Vivo Y20S	Dokumentasi.
22	Milimeter blok	F4		Mengukur panjang ikan.
23	Mikroskop	EC3	Leica	Mengamati preparat gonad.
24	Kaca preparat	25,4 x 76,2 mm	Frosted	Meletakkan sediaan objek.
25	<i>Cover glass</i>	22 x 22 mm	Sail brand	Melindungi objek preparate.

Tabel 2. Alat, spesifikasi, dan fungsi selama penelitian (lanjutan)

No.	Nama Alat	Dimensi	Merek	Keterangan
26	Botol sampel	10 ml	One lab	Menyimpan sampel gonad.
27	DO meter	DO-5510	Lutron	Mengukur kadar DO air.
28	pH meter	0.00 - 14.00	EZ-9908	Mengukur kada pH air.
29	Alat bedah	1 set	Gold cross	Membedah ikan.
30	Steker	-	Visalux	Penghubung listrik dari terminal.
31	Kabel	-	Hakamitsu	Menyalurkan listrik.
32	<i>Fitting</i> lampu	-	Kingsun	Dudukan lampu bohlam.
33	Lampu bohlam	5 watt	Pioline	Penghangat akuarium.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan yaitu metode rancangan acak kelompok faktorial (RAK Faktorial). Percobaan penelitian ini terdiri dari 2 perlakuan dan 3 ulangan, dengan jumlah total perlakuan yaitu sebanyak 36 akuarium yang terdiri dari 30 ekor ikan di setiap akuariumnya (Gambar 6). Perlakuan dan rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Dosis 17α -Metiltestosteron (mg/l) : D1 = 0, D2 = 2, D3 = 4, dan D4 = 8

Lama perendaman (jam) : L1 = 1, L2 = 2, dan L3 = 4

Umur larva (hari) : U1 = 12, U2 = 19, dan U3 = 26

Model rancangan acak kelompok faktorial yang digunakan sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan :

μ : rata-rata umum

ρ_k : pengaruh kelompok/ulangan ke-k

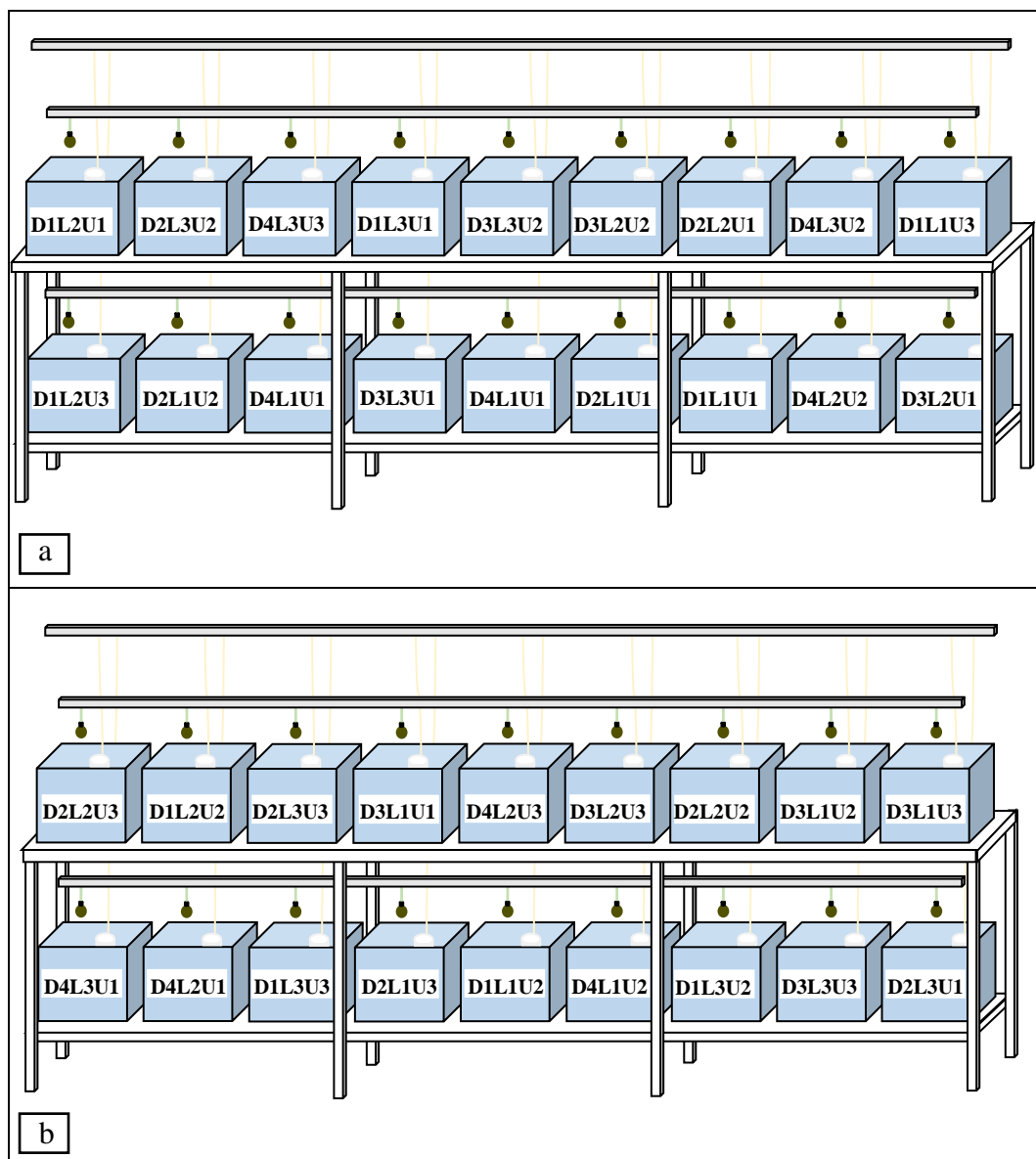
α_i : pengaruh faktor A taraf ke-i

β_j : pengaruh faktor B taraf ke-j

$(\alpha\beta)_{ij}$: pengaruh interaksi faktor A dan B

ϵ_{ijk} : pengaruh galat percobaan

Tata letak akuarium pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tata letak akuarium sisi kanan (a) dan sisi kiri (b)

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini mencakup langkah-langkah yang harus dilakukan saat penelitian, mulai dari tahapan persiapan, tahapan pelaksanaan, dan tahapan pengamatan. Sistematika dari prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut.

3.4.1 Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan merupakan langkah krusial yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa penelitian dapat berjalan dengan lancar dan mencapai tujuan yang diinginkan. Selain itu tahapan persiapan ini dapat meminimalisir risiko kesalahan dan meningkatkan kualitas hasil penelitian. Adapun tahapan persiapan penelitian ini adalah sebagai berikut.

3.4.1.1 Persiapan Wadah Pemeliharaan

Wadah pemeliharaan pada penelitian ini menggunakan akuarium berukuran 40 x 30 x 30 cm³ sebanyak 36 buah. Akuarium sebelum digunakan terlebih dahulu disterilkan, hal ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran dan parasit. Sterilisasi akuarium menggunakan sabun hingga bersih, kemudian dibilas dengan air bersih dan dikeringkan selama 24 jam. Akuarium yang sudah kering diletakkan pada rak penelitian dan di isi dengan air sebanyak 24 liter. Akuarium kemudian diberi instalasi aerasi serta busa filter guna menyuplai kadar oksigen terlarut dan untuk memfilter air pemeliharaan dari kotoran.

3.4.1.2 Persiapan Ikan Uji

Penelitian ini menggunakan ikan ramirezi dengan *strain* blue elektrik berusia 10 hari. Larva ikan ramirezi berasal dari peternak yang berasal dari Kabupaten Bekasi. Setelah ikan sampai di lokasi penelitian, ikan terlebih dahulu di aklimatisasi di wadah yang telah disiapkan. Lama proses aklimatisasi yaitu 30 menit atau mulai terlihatnya embun pada plastik *packing*. Larva ikan kemudian dimasukkan kedalam wadah dengan cara menambahkan sedikit demi sedikit air yang ada di wadah pemeliharaan. Setelah aklimatisasi selesai kemudian larva ikan dipelihara

selama 2 hari hingga waktu perendaman pertama di mulai. Larva yang digunakan dalam penelitian sebanyak 1080 ekor, dengan 30 ekor di setiap akuariumnya.

3.4.1.3 Persiapan Wadah Perendaman

Wadah perendaman menggunakan toples berukuran 5 liter sebanyak 36 buah. Sebelum toples digunakan, pada tutup toples diberi lubang tujuannya yaitu untuk menghilangkan alkohol pada air. Toples kemudian disterilkan terlebih dahulu, hal ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran dan parasit. Proses sterilisasi yaitu di cuci menggunakan sabun hingga bersih, kemudian dibilas dengan air bersih dan dikeringkan. Toples yang sudah disterilisasi kemudian diletakkan di atas akuarium, selanjutnya toples diisi air sebanyak 3 liter dan di beri aerasi.

3.4.1.4 Persiapan Hormon 17α -Metiltestosteron

Hormon 17α -MT yang akan digunakan ditimbang terlebih dahulu sesuai dengan perlakuan masing-masing. Penimbangan hormon dilakukan menggunakan timbangan neraca digital. Perlakuan D1 atau kontrol tidak menggunakan hormon 17α -MT, tetapi hanya menggunakan alkohol 96% sebanyak 1 ml. Perlakuan D2 ditimbang sebanyak 2 mg/L. Perlakuan D3 ditimbang sebanyak 4 mg/L. Perlakuan D4 ditimbang sebanyak 8 mg/L. Setelah ditimbang, hormon dimasukkan ke dalam tabung *falcon tube* sesuai dengan labelnya masing-masing. Hormon yang telah dimasukkan ke dalam tabung *falcon tube* ditambahkan alkohol 96% sebanyak 1 ml, kemudian hormon dihomogenkan. Hormon yang sudah homogen kemudian dimasukkan ke dalam toples perendaman yang telah di isi air. Hormon diaerasi terlebih dahulu selama 6 jam sebelum dilakukan perlakuan perendaman ikan, hal ini bertujuan untuk menghilangkan alkohol yang terlarut dalam air.

3.4.2 Tahapan Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan sebaik mungkin guna mendapatkan hasil yang optimal. Adapun tahapan pelaksanaan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

3.4.2.1 Perendaman Larva Ikan

Larva ikan yang terdapat di akuarium diambil menggunakan skopnet dan diletakkan di mangkuk, kemudian larva ikan disaring dan dimasukkan ke dalam toples sesuai dengan kode perlakuan. Larva direndam selama 1 jam, 2 jam, dan 4 jam, sesuai dengan perlakuan masing-masing. Setelah proses perendaman selesai larva disaring menggunakan skopnet dan diletakkan di mangkuk kemudian dimasukkan ke dalam akuarium sesuai kode perlakuan. Frekuensi perendaman larva ikan dilakukan sebanyak 3 kali perendaman dengan selang waktu 1 minggu. Proses perendaman dilakukan sesuai umur yang telah ditentukan sesuai perlakuan. Perendaman pertama adalah perlakuan umur U1 yaitu pada umur 12 hari, 19 hari, dan 26 hari. Perendaman kedua adalah perlakuan umur U2 yaitu pada umur 19 hari, 26 hari, dan 33 hari. Perendaman ketiga adalah perlakuan umur U3 yaitu pada umur 26 hari, 33 hari, dan 40 hari.

3.4.2.2 Pemeliharaan Ikan

Pemeliharaan larva dilakukan selama 90 hari. Larva umur dibawah 30 hari diberi pakan alami berupa artemia. Umur 30 hari sampai 60 hari, ikan diberi cacing sutra (*Tubifex* sp.). Umur 60 hari ke atas ikan diberi pakan komersil tetra bits. Pemberian pakan sebanyak 3 kali sehari dengan metode *ad satiation*. Pakan diberikan pada pagi, siang dan sore hari. Sisa pakan dan kotoran pada akuarium pemeliharaan dibersihkan dengan cara di siphon. Penyiponan dilakukan setiap satu minggu sekali, sedangkan penggantian air dilakukan setiap empat minggu sekali.

3.4.3 Tahapan Pengamatan

Tahapan pengamatan merupakan langkah terakhir dari suatu penelitian guna mendapatkan data-data penelitian yang telah dilakukan. Adapun tahapan pengamatan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

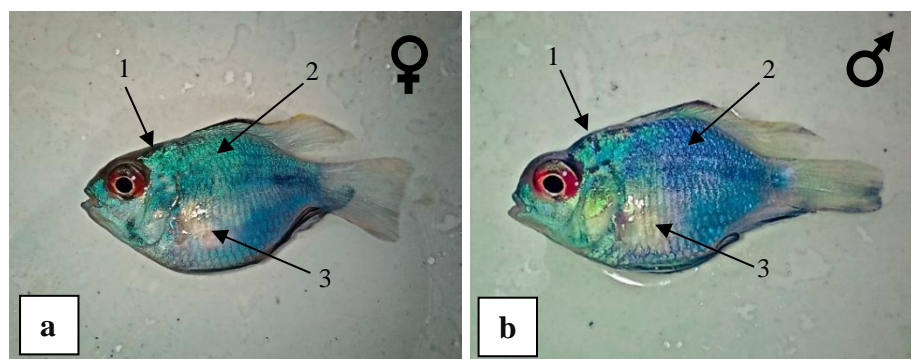
3.4.3.1 Identifikasi Kelamin Ikan *Ramirezi* (*Mikrogeophagus ramirezi*)

Pengidentifikasian kelamin ikan dilakukan guna mengetahui perbedaan jantan dan betina dari *ramirezi*. Selain itu identifikasi juga dilakukan untuk mengetahui jumlah perbandingan jantan dan betina pada setiap perlakuannya. Adapun identi-

fikasi kelamin ikan ramirezi menggunakan 3 pengamatan yaitu morfologi ikan, pengamatan gonad dengan pewarnaan asetokarmin, dan pengamatan gonad dengan pewarnaan hematoksilin eosin.

3.4.3.1.1 Morfologi Ikan Ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*)

Pengamatan morfologi ikan ramirezi dilakukan dengan cara diamati ciri seksual sekundernya. Adapun ciri seksual sekunder adalah ciri-ciri kelamin yang tidak berhubungan langsung dengan organ reproduksi. Ciri seksual sekunder dapat diamati melalui bentuk tubuh, bentuk sirip, bentuk perut, atau warna tubuh dibagian tertentu (Gambar 7).



Keterangan : 1. Terdapat tonjolan dikepala pada ikan jantan
2. Warna tubuh jantan lebih cerah
3. Perut betina akan berwarna merah muda ketika dalam kondisi *gravid*

Gambar 7. Induk ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) a) induk betina b) induk jantan

3.4.3.1.2 Pewarnaan Asetokarmin

Pengamatan asetokarmin diawali dengan pemingsanan ikan menggunakan minyak cengkeh, selanjutnya ikan umur 90 hari dibedah. Sampel ikan ramirezi yang digunakan yaitu 5-25 ekor di setiap akuarium. Ikan sampel yang sudah diambil kemudian dibedah dan diambil gonadnya. Setelah gonad terambil kemudian gonad diletakkan di kaca preparat yang sudah diberi kode sesuai dengan perlakuannya, kemudian gonad di cacah menggunakan pisau bedah sampai gonad terlihat halus. Gonad yang sudah dicacah diberi asetokarmin sebanyak 2 tetes kemudian ditutup menggunakan *cover glass*. Preparat gonad yang telah siap kemudian di amati dibawah mikroskop dengan perbesaran 4x, 10x, dan 40x dan didokumentasi menggunakan kamera kemudian dicatat hasilnya.

3.4.3.1.3 Pewarnaan Hematoksilin Eosin

Pengamatan pewarnaan hematoksilin eosin diawali dengan pemingsanan ikan menggunakan minyak cengkeh, selanjutnya ikan ramirezi dibedah. Sampel ikan ramirezi yang digunakan yaitu 5 ekor per akuarium. Ikan yang sudah diambil kemudian dibedah dan diambil bagian trunknya. Setelah trunk terambil kemudian dimasukkan kedalam botol sampel dan direndam *neutral buffered fixative* (NBF) selama 24 jam, kemudian NBF diganti menggunakan alkohol 70%. Botol sampel yang sudah di isi sampel gonad diberi kode sesuai dengan perlakuannya, kemudian botol sampel dikirim ke Balai Veteriner Lampung untuk dilakukan preparasi histologi gonad. Setelah preparat gonad telah selesai kemudian diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 4x, 10x, dan 40x. Kemudian sampel-sampel didokumentasi dan diidentifikasi gonadnya.

3.4.3.2 Persentase Jantan

Perhitungan persentase ramirezi jantan dilakukan di akhir pemeliharaan dengan melakukan pengamatan ciri seksual primer dan sekunder. Perhitungan rumus persentase jantan adalah sebagai berikut.

$$\text{Jantan} = \frac{\text{Jumlah ikan jantan}}{\text{Jumlah total ikan akhir}} \times 100\%$$

3.4.3.3 Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup adalah persentase yang digunakan untuk menentukan jumlah individu dalam suatu populasi yang bertahan hidup selama periode tertentu. Menurut Sari et al. (2017), rumus yang digunakan untuk menghitung nilai TKH ikan adalah sebagai berikut.

$$\text{TKH} = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan : N_t = jumlah ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)

N_o = jumlah ikan yang hidup pada awal pemeliharaan (ekor)

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini berupa data kuantitatif seperti persentase jantan dan tingkat kelangsungan hidup. Data-data kuantitatif tersebut akan

ditabulasi ke dalam bentuk tabel dan dianalisis menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) dengan *software* SPSS versi 27. Jika hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata selanjutnya dilakukan uji lanjut Duncan pada taraf kepercayaan 95%. Parameter morfologi tubuh, morfologi gonad, dan kualitas air dianalisis secara deskriptif.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Kombinasi dosis hormon dan lama perendaman yang paling efektif untuk meningkatkan produksi ramirezi jantan yaitu pada dosis hormon 17α -Metiltestosteron sebanyak 2 mg/l dan lama perendaman selama 4 jam dengan persentase jantan >64%.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait kombinasi dosis hormon dan lama perendaman dengan kisaran dosis <2mg/l, lama perendaman 4 jam, dan rentang umur 19-30 hari untuk meningkatkan persentase ikan jantan ramirezi.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M. A., Bhandari, R. K., Kobayashi, Y., Nakamura, S., Soyano, K., & Nakamura, M. (2006). Changes in androgen-producing cell size and circulating 11-ketotestosterone level during female–male sex change of honeycomb grouper (*Epinephelus merra*). *Molecular Reproduction and Development Incorporating Gamete Research*, 73(2), 206-214.
<https://doi.org/10.1002/mrd.20393>
- Arfah, H., Kadriah, I. A. K., & Carman, O. (2005). Efek manipulasi hormon 17 α -metiltestosteron pada berbagai variasi temperatur air terhadap rasio kelamin ikan gapi (*Poecilia reticulata* Peters). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 4(1), 37-40.
- Arfah, H., Soelistiyowati, D. T., Bulkini, A. 2013. Maskulinisasi ikan cupang (*Betta splendens*) melalui perendaman embrio dalam ekstrak purwoceng (*Pimpinella alpin*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 12(2), 145-150.
<https://doi.org/10.19027/jai.12.144-149>
- Arianti, N. D., Rahardjo, M. F., & Zahid, A. (2017). Perkembangan sel telur ikan seridng (*Ambassis nalua*). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(1), 115.
<https://doi.org/10.32491/jii.v17i1.308>
- Arifin, O.Z., Ath-thar, M.H.F., & Gustiano, R. (2009). Aplikasi rekayasa genetik pada budi daya ikan di Indonesia. *Jurnal Media Akuakultur*, 4(1), 76-83.
<http://dx.doi.org/10.15578/ma.4.1.2009.76-83>
- Astuti, S., Wiadnya, D. G. R., & Sukandar, M. (2019). Analisis histologi tingkat kematangan gonad ikan kembung perempuan (*Rastrelliger brachysoma*, Bleeker 1851) di perairan Lekok, Pasuruan. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 3(1), 8-21.
<https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.2>
- Ayuningtyas, S. Q., Zairin, J. M., & Soelistiyowati, D. T. (2015). Alih kelamin jantan ikan nila menggunakan 17 α -metiltestosteron melalui pakan dan peningkatan suhu. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 14(2), 159-163.
<https://doi.org/10.19027/jai.14.159-163>
- Azizah, A., Elisdiana, Y., Adiputra, Y. T., & Sarida, M. (2023). Growth and reproductive performances of ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) fed with

- different feed types. *Jurnal Riset Akuakultur*, 18(3), 141-151.
<http://dx.doi.org/10.15578/jra.18.3.2023.141-151>
- Barades, E., Hartono, D. P., Witoko, P., & Aziz, R. (2020). Peningkatan nisbah ikan nila jantan menggunakan 17α -metiltestosteron melalui pakan. *Jurnal Perikanan*, 10(1), 50-54. 10.29303/jp.v10i1.200
- Baring, V., Longdong, S N. J., Ngangi, E. L. A., Sinjal, H. J., Kalesaran, O. J., Paruntu, C. P. (2022). Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*) salin pada padat penebaran yang berbeda. *Budidaya Perairan*, 10(1), 81-87. <https://doi.org/10.35800/bdp.10.1.2022.35757>
- Budianto, Nuswantoro S., Suprastyani H., & Ekawati, A.W. (2019). Pengaruh pemberian pakan alami cacing *Tubifex* sp. terhadap panjang dan berat ikan ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*). *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1), 75-79. 10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.10
- Cahyani, R., Serdiati, N., Tis'in, M., & Putra, A. E. (2021). Maskulinisasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) melalui perendaman air kelapa dengan konsentrasi berbeda. *Jurnal Agrisains*, 22(2), 89-97. <https://doi.org/10.22487/-jiagrisains.v22i2.2021.89-97>
- Devlin, R.H., & Nagahama, Y. (2002). Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture*, 208(3), 191-364. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00057-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00057-1)
- Fandana, L., Thaib, A., Ridwan, T., & Nurhayati, N. (2020). Gambaran histologi gonad ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan pemberian terong rimbang (*Solanum torvum*) dalam pakan. *Jurnal Tilapia*, 1(2), 1-5. <https://doi.org/10.30601/tilapia.v1i2.1109>
- Heriyati, E. (2013). Sex reversal ikan nila menggunakan tiga jenis madu. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 1(2), 52-60. <https://doi.org/10.36084/jpt.v1i2.49>
- Herjayanto, M., Carman, O., & Soelistyowati, D. T. (2019). Maskulinisasi ikan pelangi *Iriatherina werneri* Meinken, 1974 menggunakan hormon 17α -metiltestosteron melalui perendaman embrio. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 4(2): 31-37. <https://doi.org/10.24198/jaki.v%25vi%25i.21516>
- Hirai, N., Nanba, A., Koshio, M., Kondo, T., Morita, M., & Tatarazako, N. (2006). Feminization of Japanese medaka (*Oryzias latipes*) exposed to 17β -estradiol: Effect of exposure period on spawning performance in sex transformed females. *Aquatic Toxicology*, 79(3), 288-295. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2006.06.018>
- Hutagalung, R. A. (2020). Pengaruh perbedaan metode *sex reversal* menggunakan tepung testis sapi terhadap maskulinisasi ikan nila merah (*Oreochromis ni-*

- loticus*). *Manfish Journal*, 1(1), 9-14.
<https://doi.org/10.31573/manfish.v1i01.39>
- Iryanto, I., Amir, S., & Setyono, B. D. H. (2021). Pengaruh lama waktu perendaman larva ikan cupang dalam madu terhadap persentase jenis kelamin. *Jurnal Perikanan Unram*, 11(1), 56-65. 10.29303/jp.v11i1.150
- Irmasari, I., Iskandar, I., & Subhan, U. (2012). Pengaruh ekstrak tepung testis sapi dengan konsentrasi yang berbeda terhadap keberhasilan maskulinisasi ikan nila merah (*Oreochromis* sp.). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(4), 115-121. <https://journals.unpad.ac.id/jpk/article/view/2552/2310>
- Jensi, A., Karl Marx, K., Rajkumar, M., Jeya Shakila, R., & Chidhambaram, P. (2016). Effect of 17 α -methyl testosterone on sex reversal and growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L., 1758). *Ecology, Environment and Conservation*, 22(3), 1493-1498.
- Kobayashi, Y., Nagahama, Y., & Nakamura, M. J. S. D. (2013). Diversity and plasticity of sex determination and differentiation in fishes. *Sexual Development*, 7(1-3), 115-125. <https://doi.org/10.1159/000342009>
- Laining, A. (2000). Pengaruh lama waktu perendaman embrio di dalam larutan 17 α -Metiltestosteron terhadap nisbah kelamin ikan tetra kongo (*Micralestes interruptus*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 6, 3-4.
<http://dx.doi.org/10.15578/jppi.6.3-4.2000.51-57>
- Lubis, M. A., Muslim, M., & Fitriani, M. (2017). Maskulinisasi ikan cupang (*Betta* sp.) menggunakan madu alami melalui metode perendaman dengan konsentrasi berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 5(1), 97-108.
- Malik, T., Syaifudin, M., & Amin, M. (2019). Maskulinisasi ikan guppy (*Poecilia reticulata*) melalui penggunaan air kelapa (*Cocos nucifera*) dengan konsentrasi berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 7(1), 13-24.
<https://core.ac.uk/reader/267822680>
- Masitoh, D., Subandiyono, & Pinandoyo. (2015). Pengaruh kandungan protein pakan yang berbeda dengan nilai E/P 8,5 kkal/g terhadap pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(3), 46-53.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/viewFile/9461/9187>
- Masuyama, H., Yamada, M., Kamei, Y., Fujiwara-Ishikawa, T., Todo, T., Nagahama, Y., & Matsuda, M. (2012). Dmrt1 mutation causes a male-to-female sex reversal after the sex determination by dmy in the medaka. *Chromosome Research*, 20(1), 163-176. DOI: 10.1007/s10577-011-9264-x
- Myers & Harry, (1948). Ram cichlid (*Mikrogeophagus ramirezi*). FishBase.
<https://www.fishbase.se/summary/Mikrogeophagus-ramirezi.html>

Diakses Desember 2024.

- Muliah, N., Indaryanto, F. R., Rahmawati, A., Khalifa, M. A., Aryani, D., & Munandar, E. (2021). Kebiasaan makanan ikan di situ gonggong, Kabupaten Pandeglang, Banten. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, *10*(2), 233-244. <http://dx.doi.org/10.33512/jpk.v10i2.11167>
- Nakamura, M., Bhandari, R. K., & Higa, M. (2003). The role estrogens play in sex differentiation and sex changes of fish. *Fish Physiology and Biochemistry*, *28*(1), 113-117. <https://doi.org/10.1023/B:FISH.0000030495.99487.17>
- Phelps, R. P., & Popma, T. J. (2000). Sex reversal of tilapia. *Tilapia aquaculture in the Americas*, *2*, 34-59.
- Putri, R.D., & Sofyanita, E.N. (2023). Perbedaan hasil pewarnaan hematoxylin eosin (HE) pada histologi kolon mencit (*Mus musculus*) berdasarkan kete balan pemotongan mikrotom 3,6 dan 9 μm . *Jurnal Labora Medika*, *7*(1):31-38. <https://doi.org/10.26714/jlabmed.7.2.2023.31-38>
- Rianti, N. (2024). Maskulinisasi ikan ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) (Myers & Harry, 1948) melalui perendaman larva dalam hormon 17α -metiltestosteron (No Publikasi 84180) [Skripsi Universitas Lampung]. Repository Universitas Lampung.
- Ridwantara, D., Buwono, I. D., Handaka A. A. S., Lili, W, Bangkit, I. (2019). Uji kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan mas mantap (*Cyprinus carpio*) pada rentang suhu yang berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, *10*(1), 46-54. <https://jurnal.unpad.ac.id/jpk/article/view/23041/11243>
- Rinaldi, R., Soelistyowati, D. T., Imron, I., Baihaqi, B., Muliari, M., & Yanto, N. (2022). Sex reversal ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menggunakan hormon 17α -metiltestosteron dengan frekuensi perendaman berbeda. *Tolis Ilmiah: Jurnal Penelitian*, *4*(2), 187-191. <https://doi.org/10.56630/jti.v4i2.291>
- Salsabil, A. P. (2024). Persentase jantan, performa pertumbuhan, dan tingkat kelangsungan hidup larva ikan ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) (Myers & Harry, 1948) yang direndam hormon 17α -metiltestosteron dalam waktu berbeda. [Skripsi Universitas Lampung]. Repository Universitas Lampung.
- Sari, I. P., Yulisman, Y., & Muslim, M. (2017). Laju pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipelihara dalam kolam terpal yang dipuaskan secara periodik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. *5*(1), 45– 55.
- Sarida, M., Putra, D. D., & Marsewi, H. S. Y. (2011). Produksi monoseks guppy (*Poecilia reticulata*) jantan dengan perendaman induk bunting dan larva

- dalam propolis berbagai aras dosis. *Zoo Indonesia*, 20(2), 1-10.
- Schliewen, U. K. (1992) Aquarium fish. Barron's Education Series, Incorporated, 159 p. <https://www.fishbase.se/summary/Mikrogeophagus-ramirezi.html>. Diakses November 2024.
- Sudrajat, A. O., & Sarida, M. (2006). Effectivity of aromatase inhibitor and 17 α -methyltestosterone treatments in male production of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* de Man). *Aquacultura Indonesiana*, 7(1), 61–67.
- Sudrajat, A. O., Astutik, I. D., & Arfah, H. (2007). Seks reversal ikan nila merah (*Oreochromis* sp.) melalui perendaman larva menggunakan aromatase inhibitor. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 6(1), 103-108.
- Sulistiani, S., Surlanti, S., & Putri, A. R. S. (2023). Pengaruh dosis obat methylene blue terhadap kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang terserang penyakit white spot. *Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan*, 3(2), 77 – 85. <https://doi.org/10.55678/jikan.v3i2.1126>
- Supriyadi. 2005. Efektivitas pemberian HCG dan 17 α -metilestosteron yang dienkapsulasi di dalam emulsi terhadap perkembangan gonad ikan baung (*Hemibagrus nemurus* Blkr). [Tesis Institut Pertanian Bogor]. Repository Institut Pertanian Bogor.
- Suseno, D. N., Luqman, E. M., Lamid, M., Mukti, A. T., & Suprayudi, M. A. (2020). Residual impact of 17 α -methyltestosterone and histopathological changes in sex reversal Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Asian Pacific Journal of Reproduction*, 9(1), 37-43. 10.4103/2305-0500.275527
- Vica, A., Noor, N., & Febriani, D. (2024). Maskulinisasi ikan nila merah (*Oreochromis* sp.) melalui perendaman air kelapa. *Jurnal Marshela (Marine and Fisheries Tropical Applied Journal)*, 2(2), 50-55. 10.25181/marshela.v2i2.3405
- Wibowo, C. Y. S., Danakusumah, E., & Rahmatia, F. (2019). Jantenisasi ikan cupang (*Betta* sp.) dengan 17 α metil testosterone melalui perendaman larva. *Jurnal Ilmiah Satya Minabahari*, 4(2), 80-93. <https://doi.org/10.53676/jism.v4i2.66>