

**MASKULINISASI IKAN RAMIREZI *Mikrogeophagus ramirezi*
(MYERS & HARRY, 1948) MELALUI PERENDAMAN LARVA DALAM
HORMON 17α -METILTESTOSTERON**

(Skripsi)

**Oleh :
NIA RIANTI
2014111015**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

MASKULINISASI IKAN RAMIREZI (*Mikrogeophagus ramirezi*) (Myers & Harry, 1948) MELALUI PERENDAMAN LARVA DALAM HORMON 17α -METILTESTOSTERON

Oleh

NIA RIANTI

Maskulinisasi merupakan salah satu cara untuk memproduksi ikan monoseks jantan, dimana pada ikan ramirezi jantan memiliki nilai ekonomis dibandingkan dengan betina. Teknik ini dapat diterapkan pada saat gonad ikan belum berdiferensiasi melalui pemberian hormon 17α -metiltestosteron, dimana hormon ini terbukti efektif dalam meningkatkan level testosteron untuk pengarah gonad menjadi jantan dengan cara perendaman. Dalam metode ini, umur perlu diperhatikan karena merupakan periode kritis untuk diarahkan kelaminnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh larva dengan umur berbeda pada maskulinisasi ikan ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) yang direndam hormon 17α -metiltestosteron. Penelitian berlangsung selama 80 hari bertempat di Laboratorium Budidaya Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental terdiri dari 2 perlakuan dan 3 ulangan, dengan perlakuan perendaman larva ikan ramirezi umur berbeda dalam hormon 17α -metiltestosteron dosis 2 mg/L; 12 hari setelah menetas (A) dan 19 hari setelah menetas (B), perendaman diulang sebanyak 3 kali saat larva berusia 19, dan 26 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perendaman larva dalam hormon 17α -metiltestosteron dosis 2 mg/L mampu menghasilkan persentase ikan ramirezi jantan sebesar $55,56\pm 1,39\%$ (A) dan $63,48\pm 4,55\%$ (B). Oleh karena itu, perlakuan yang diberikan mampu meningkatkan persentase jantan ramirezi dengan umur terbaik pada perlakuan B (19 hari) setelah menetas, sehingga dapat digunakan dalam maskulinisasi.

Kata kunci: 17α - metiltestosteron, perendaman, ramirezi

ABSTRACT

THE MASCULINIZATION OF RAMIREZI FISH *Mikrogeophagus ramirezi* (MYERS & HARRY, 1948) BY IMMERSION LARVA IN 17 α -METHYLTESTOSTERONE HORMONES

By

NIA RIANTI

Masculinization is one way that can be done to get male individuals, as male ramirezi fish have economic value than females. This technique can be applied when the fish gonads are not yet differentiated through the application of the hormone 17 α -methyltestosterone, which is proven to be effective in increasing testosterone levels for gonadal direction into males by immersion. In this method, age of fish needs to be a major consideration as it is a critical period for the sex reversal. The research aimed to evaluate the effect of different ages of larvae on masculinization of ramirezi fish (*Mikrogeophagus ramirezi*) immersed with 17 α -methyltestosterone. The research lasted for 80 days at the Aquaculture Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung. This study used an experimental method consisting of 2 treatments and 3 replicates, with immersion of different age ramirezi larvae in 17 α -methyltestosterone hormone at a dose of 2 mg/L 12 days after hatching (A) and 19 days after hatching (B), the immersion was repeated 2 times when the larvae were 19, and 26 days old. The results showed that immersion of larvae in 17 α -methyltestosterone hormone at a dose of 2 mg/L was able to produce male ramirezi fish of 55.56 \pm 1.39% (A) and 63.48 \pm 4.55% (B). Therefore, the treatment given was able to increase the percentage of male ramirezi with the best age in treatment B (19 days) after hatching so that it can be used in masculinization.

Keywords: 17 α - methyltestosteron, immersion, ramirezi

**MASKULINISASI IKAN RAMIREZI *Mikrogeophagus ramirezi*
(MYERS & HARRY, 1948) MELALUI PERENDAMAN LARVA DALAM
HORMON 17 α -METILTESTOSTERON**

Oleh

Nia Rianti

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
2024**

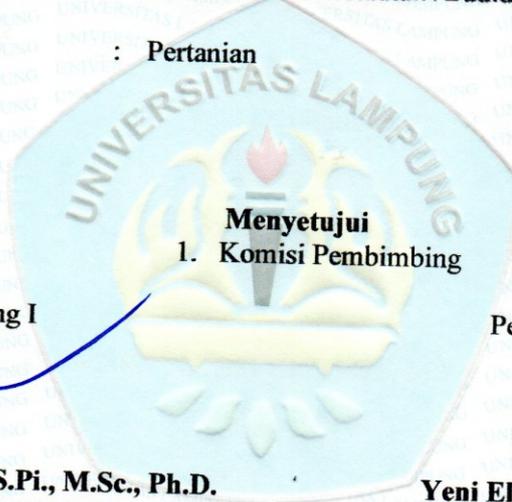
Judul : **MASKULINISASI IKAN RAMIREZI *Mikro-geophagus ramirezi* (MYERS & HARRY, 1948) MELALUI PERENDAMAN LARVA DALAM HORMON 17 α -METILTESTOSTERON**

Nama : **Nia Rianti**

NPM : 2014111015

Jurusan/Program Studi : Perikanan dan Kelautan /Budidaya Perairan

Fakultas : Pertanian



Menyetujui
1. **Komisi Pembimbing**

Pembimbing I

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

Pembimbing II

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

2. **Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan Universitas Lampung**

Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.
NIP. 197008151999031001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

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



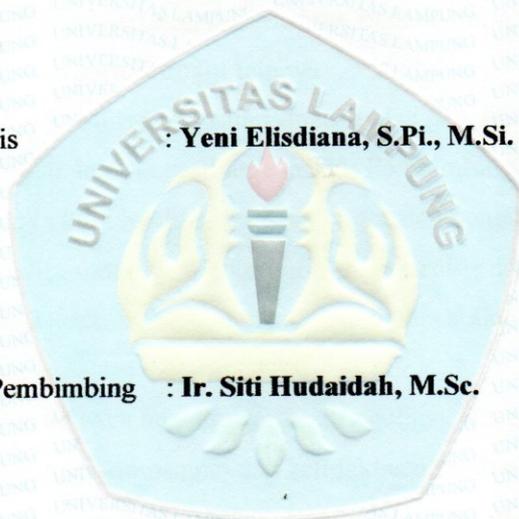
Sekretaris

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



Penguji

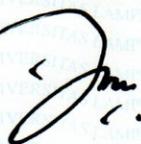
Bukan Pembimbing : Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 08 Agustus 2024

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademis (Sarjana/Ahli Madya), baik di Universitas Lampung maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasi orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan naskah, dengan naskah disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan, dan ketidakbenaran dan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang diperoleh karena karya tulis ini serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Bandar Lampung,

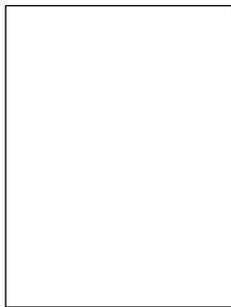
Yang membuat pernyataan,



Nia Rianti

NPM. 2014111015

RIWAYAT HIDUP



Penulis memiliki nama lengkap Nia Rianti yang dilahirkan di Sukaraja, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung pada tanggal 23 Desember 2001, sebagai anak keempat dari pasangan Bapak Jupriyono dan Ibu Ruwati. Penulis telah menyelesaikan pendidikan formal di SD Negeri 3 Kebagusan (2008-2014), SMP Negeri 1 Pesawaran (2014-2017), dan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Negeri 1 Gedong Tataan (2017-2020). Pada tahun 2020, penulis melanjutkan pendidikan strata-1 (S1) sebagai mahasiswa di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur seleksi PMPAP.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah melakukan kegiatan magang di Balai Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (BKIPM) Lampung. Penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Teknologi Produksi Pakan Hidup pada tahun 2023. Penulis aktif pada organisasi tingkat jurusan yaitu Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) FP Unila sebagai anggota Bidang Kominfo periode 2022. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Puralaksana, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung pada bulan Januari-Februari 2023. Penulis juga mengikuti program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) riset penelitian yang dilaksanakan di Universitas Lampung.

PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan limpahan rahmat serta karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Dengan kerendahan hati, kupersembahkan skripsi ini sebagai tanda bukti cinta serta kasih sayangku yang tulus dan mendalam kepada:

Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Jupriyono dan Ibu Ruwati yang selalu memberikan doa, dukungan, nasihat, semangat dan motivasi demi tercapainya cita-cita. Kakak-kakakku tersayang, Hengki Aldian, Renita Amelia, dan Lisa Riskiyani. Terima kasih tak terhingga atas semua cinta dan kasih sayang, serta perhatian yang tak ada habisnya.

Teman-teman Program Studi Budidaya Perairan Angkatan 2020, serta keluarga besar Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang saya banggakan

Almamaterku tercinta, Universitas Lampung,

MOTO

"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

(Q.S Al Insyirah: 5-6)

“Mahkota seseorang adalah akalnya. Derajat seseorang adalah agamanya. Sedangkan kehormatan seseorang adalah budi pekertinya.”

(Umar bin Khattab)

"Kekuatan dan kepintaran adalah modal. Tapi tidak ada yang lebih dahsyat dari keberanian dan ketekunan”

(Merry Riana)

SANWACANA

Puji dan syukur ke-hadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Maskulinisasi Ikan Ramirez *Mikrogeophagus ramirezi* (Myers & Harry, 1948) melalui Perendaman Larva dalam Hormon 17α -Metiltestosteron”. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan pendidikan dan meraih gelar Sarjana Perikanan di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu, membimbing, dan memberikan dukungan di antaranya:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Lampung yang telah memberikan bantuan biaya penelitian dengan skema Penelitian Dasar yang diketuai oleh Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si. dengan nomor kontrak 708/UN26.21/PN/2023;
3. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
4. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan bimbingan, saran, dukungan dan arahan dalam proses penyelesaian skripsi;

5. Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Kedua yang telah memberikan dukungan, bimbingan, arahan selama penelitian, serta memberikan kritik, dan saran selama proses penyelesaian skripsi;
6. Ir. Siti Hudaidah, M.Sc., selaku Dosen Penguji yang telah meluangkan waktunya sehingga dapat memberi kritik dan saran yang membangun kepada penulis selama penyelesaian skripsi;
7. Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingan selama perkuliahan;
8. Seluruh dosen dan staf Jurusan Perikanan dan Kelautan atas ilmu dan bimbingan yang diberikan dalam penyelesaian studi;
9. Kedua orang tua tercinta dan keluarga besar yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan secara materil maupun moril, serta motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung;
10. Aqilah Putri Salsabil selaku rekan tim yang telah bersama-sama berjuang saling bahu-membahu dalam proses penelitian;
11. Teman seperjuangan, Tata Puspita Dewi, Rindi Amalia, Hilma Nahwa Firdausi, Astrid Luvena Solihin, dan Shinta Nur'Aini, atas bantuan, dukungan, canda-tawa, dan kebersamaan selama ini ;
12. Keluarga besar Perikanan dan Kelautan Angkatan 2020 yang telah memberikan kenangan dan motivasi selama penyelesaian studi;
13. Semua pihak secara langsung maupun tidak langsung yang telah banyak membantu penulis selama penyelesaian skripsi;

Bandarlampung, Oktober 2024

Nia Rianti

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	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.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ramirezii (<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>) .	7
2.2 Reproduksi Ikan Ramirezii	8
2.3 <i>Sex Reversal</i>	9
2.4 Diferensiasi & Determinasi Kelamin	9
2.5 Histologi Gonad	10
III. METODE PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Rancangan Penelitian	13
3.4 Prosedur Penelitian.....	14
3.4.1 Persiapan Wadah	14
3.4.2 Persiapan Ikan Uji	15

3.4.3 Perlakuan Maskulinisasi.....	15
3.4.4 Pemeliharaan Larva Ramirezii	16
3.4.5 Sampling Akhir	16
3.5 Parameter Pengamatan	17
3.5.1 Morfologi Ikan Jantan dan Betina Ramirezii	17
3.5.2 Morfologi Gonad Ikan Ramirezii	17
3.5.3 Persentase Jantan.....	17
3.5.4 Pengukuran Kualitas Air	18
3.6 Analisis Data	18
III. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Hasil.....	19
4.1.1 Morfologi Ikan Jantan dan Betina Ramirezii	19
4.1.2 Morfologi Gonad Ikan Ramirezii	19
4.1.3 Persentase Ikan Jantan Ramirezii	19
4.1.4 Pengukuran Kualitas Air	21
4.2 Pembahasan	22
V. SIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Simpulan.....	25
5.2 Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1.	Kerangka pikir penelitian	5
2.	Ramirezi jantan (<i>electric blue ram</i>).....	7
3.	Karakter seksual ikan ramirezi	8
4.	Tahapan diferensiasi kelamin pada nila tilapia.....	10
5.	Histologi gonad pada ovarium (XX) dan testis (XY) nila.....	11
6.	Tata letak wadah penelitian	14
7.	Dimensi ukuran akuarium	14
8.	Sketsa perlakuan rendam	15
9.	Ikan ramirezi di akhir penelitian.....	19
10.	Histologi gonad ikan ramirezi	20
11.	Struktur gonad ikan ramirezi	20
12.	Persentase ikan ramirezi ramirezi pada umur berbeda	21
13.	Dokumentasi kegiatan selama penelitian	34

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.	Alat, spesifikasi, dan kegunaan selama penelitian.....	12
2.	Bahan, spesifikasi dan kegunaan selama penelitian	13
3.	<i>Timeline</i> pemberian pakan	16
4.	Kualitas air selama pemeliharaan	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Analisis data persentase individu jantan	32
2. Kualitas air selama pemeliharaan	33
3. Dokumentasi penelitian	34

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Budi daya ikan hias memberikan peluang besar pada sektor akuakultur dimana peminatnya tidak hanya berasal dari dalam negeri, tetapi juga luar negeri. Salah satu ikan hias yang memiliki daya tarik dan bernilai ekonomis yaitu ikan ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*). Daya tarik ikan ini lebih banyak ditemukan pada ramirezi jantan yaitu warna yang tampak lebih menarik dengan variasi beragam yang tidak ditemukan pada betina. Hal ini menjadi alasan ikan ramirezi jantan lebih diminati oleh *hobbies* ikan hias, sehingga biasanya memiliki harga yang lebih tinggi dibandingkan dengan betina. Harga jual ikan ramirezi di berbagai tempat penjualan ikan hias sangat bervariasi mulai dari pasar lokal dengan harga Rp5.000,00- 50.000,00/ekor, dan pasar internasional mencapai puluhan kali lipat bergantung pada jenis yang dipasarkan. Dengan demikian, ikan ramirezi jantan memiliki prospek menjanjikan untuk dibudidayakan.

Salah satu teknologi yang digunakan untuk memproduksi ikan berjenis kelamin jantan yaitu *sex reversal*. *Sex reversal* merupakan salah satu teknologi dalam budi daya ikan untuk mengarahkan terbentuknya kelamin tunggal (monoseks) saat gonad belum berdiferensiasi. Dalam pengarahannya, teknik yang diterapkan yaitu feminisasi untuk memproduksi populasi betina, dan maskulinisasi untuk memproduksi jantan (Piferrer *et al.*, 1993; Devlin & Nagahama, 2002; Zairin, 2002) menggunakan hormon steroid. Hormon ini biasanya digunakan pada fase diferensiasi kelamin atau masa perkembangan awal pada ikan (Carman *et al.*, 2008) dimana hormon berasal dari steroid alami maupun sintetis. Mekanisme hormon pada tubuh ikan yaitu memengaruhi fenotip tanpa merubah genotipnya.

Adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam teknik maskulinisasi yaitu jenis hormon/bahan aktif yang digunakan, waktu pemberian, dan metode pemberian hormon. Hormon sintesis yang banyak digunakan dalam maskulinisasi adalah hormon 17α -metiltestosteron dengan dosis yang tepat. Hal penting lain dalam maskulinisasi yaitu waktu yang tepat dalam pemberian hormon. Umur ikan perlu diperhatikan karena merupakan fase bipotensial ikan dimana ikan masih bersifat labil sehingga jenis kelamin ikan dapat dimanipulasi (Piferrer, 2001). Makin muda umur pada ikan maka peluang terbentuknya kelamin jantan akan semakin besar. Metode yang dapat digunakan dalam maskulinisasi yaitu perendaman, melalui pakan, dan penyuntikan (Zairin, 2002; Kobayashi, 2022). Namun, metode yang paling efisien yaitu perendaman karena dosis yang digunakan relatif rendah dan prosesnya lebih singkat dibandingkan dengan metode lainnya.

Maskulinisasi memanfaatkan umur ikan pada fase bipotensial yaitu saat embrio atau larva. Fase ini memiliki peluang besar untuk diarahkan jenis kelaminnya karena masih dalam tahap perkembangan gonad. Hal ini sejalan dengan pernyataan Sarida *et al.* (2011), bahwa pemberian hormon steroid pada fase gonad masih bipotensial, dapat diarahkan menjadi jantan atau betina. Barades *et al.* (2020) menyatakan bahwa umur 9-15 hari setelah pembuahan merupakan waktu kritis perubahan jenis kelamin pada ikan tilapia. Setelah larva menetas hingga umur 27-28 hari pada ikan nila (Yuniarti *et al.*, 2007; Atriani, 2022). Beragamnya waktu diferensiasi kelamin ikan sangat bergantung pada kondisi periode labil masing-masing spesies ikan. Selain itu, pemberian dosis yang tepat dan sesuai menjadi faktor keberhasilan dalam meningkatkan persentase jenis kelamin ikan. Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan Afpriyaningrum *et al.* (2017), perendaman pada larva ikan nila umur 10 hari dalam dosis 2 mg/L selama 4 jam mampu meningkatkan produksi ikan jantan sebesar 92,50%. Pada ikan tetra kongo umur 7 hari dosis 4 mg/L, memberikan hasil terbaik terhadap persentase kelamin jantan ikan tetra kongo sebesar 86,66% (Irfan *et al.*, 2020), sedangkan pada penelitian Safir *et al.* (2021), larva banggai umur 21 hari dengan dosis 2 mg/L mampu meningkatkan persentase jantan sebesar 91,67%.

Maskulinisasi pada ikan ramirezi dengan hormon 17α -metiltestosteron dengan metode perendaman tergolong baru, selain itu belum ada informasi terkait umur larva ramirezi yang efektif untuk diarahkan kelaminnya. Berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan penelitian pengaruh perendaman larva dalam hormon 17α -metiltestosteron untuk menghasilkan ikan monoseks jantan pada ramirezi.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi pengaruh larva dengan umur berbeda pada maskulinisasi ikan ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) yang direndam dalam hormon 17α -metiltestosteron.

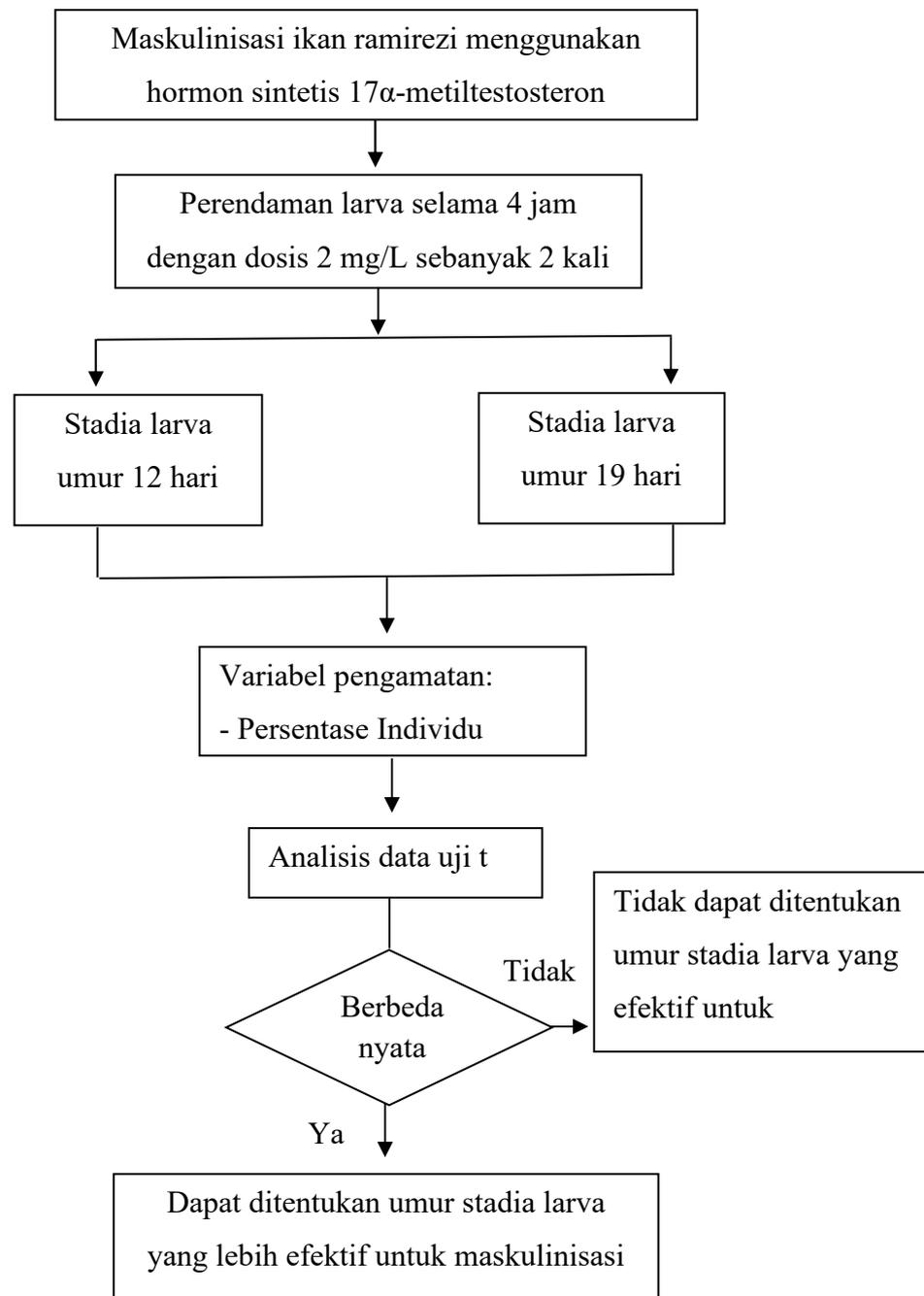
1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi terkait maskulinisasi ikan ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) melalui perendaman larva umur berbeda dalam hormon 17α -metiltestosteron.

1.4 Kerangka Pikir

Ikan ramirezi merupakan salah satu ikan hias yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi sehingga sangat potensial untuk dibudidayakan, khususnya pada ikan jantan karena memiliki morfologi yang lebih menarik dibandingkan dengan ikan betina. Dengan meningkatnya permintaan pasar, teknologi *sex reversal* diperlukan sebagai upaya peningkatan produksi monoseks jantan (maskulinisasi). *Sex reversal* merupakan salah satu teknik dalam budi daya untuk mengarahkan kelamin saat gonad belum berdiferensiasi. Keberhasilan proses maskulinisasi dipengaruhi oleh hormon, waktu pemberian, dan metode yang digunakan.

Bahan yang digunakan untuk mengarahkan kelamin berasal dari steroid alami dan sintetis. Hormon 17α -metiltestosteron merupakan hormon yang sering digunakan dalam maskulinisasi karena mengandung senyawa aktif steroid yang berperan dalam pembentukan organ kelamin jantan, fungsi reproduksi, serta perilaku seksual. Umur ikan perlu diperhatikan karena merupakan fase bipotensial ikan karena ikan masih bersifat labil sehingga jenis kelamin ikan dapat dimanipulasi. Dalam maskulinisasi, metode rendam lebih efektif dibandingkan oral dan penyuntikan karena dosis yang digunakan relatif rendah dan prosesnya lebih singkat. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan ikan monoseks jantan pada ramirezi. Kerangka pemikiran pada penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Hipotesis parameter persentase individu jantan

$H_0 ; \mu_1 = \mu_2$: Tidak terdapat perbedaan rerata persentase individu jantan pada perlakuan perendaman hormon 17α -metiltestosteron antara larva umur 12 hari dengan larva umur 19 hari

$H_1 ; \mu_1 \neq \mu_2$: Terdapat perbedaan rerata persentase individu jantan pada perlakuan perendaman hormon 17α -metiltestosteron antara larva umur 12 hari dengan larva umur 19 hari

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*)

Klasifikasi ikan ramirezi menurut Myers *et al.* (2023) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Actinopterygii
Ordo	: Perciformes
Famili	: Cichlidae
Genus	: <i>Mikrogeophagus</i>
Spesies	: <i>Mikrogeophagus ramirezi</i>

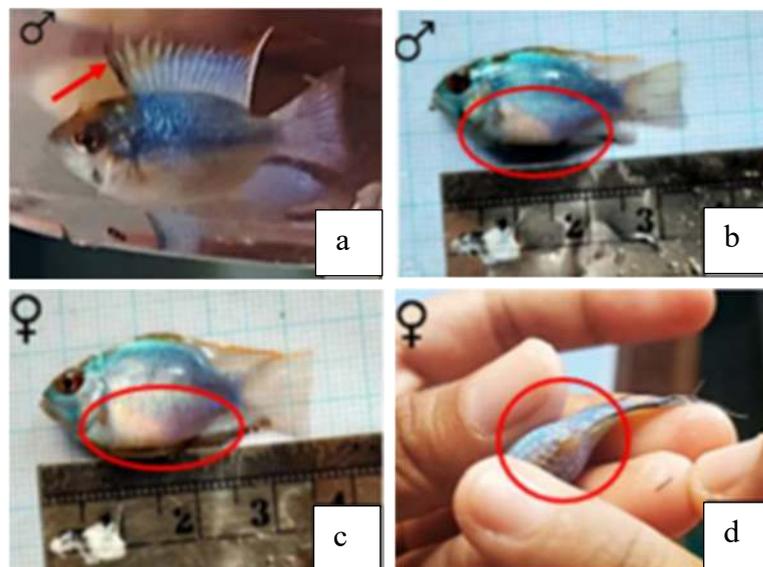
Ikan ramirezi merupakan ikan hias yang memiliki sifat pendamai, walaupun masuk dalam kelompok ikan cichlid yang biasanya agresif (Kuncoro, 2011). Ikan ramirezi memiliki seksual dimorfisme berupa bentuk tubuh memanjang dan badan pipih dengan panjang sekitar 3-4 cm yang terlihat dari ciri seksual sekundernya. Menurut Azizah *et al.* (2023), pada bagian sirip punggung pertama, terdapat duri tajam berwarna hitam pada ikan jantan yang tidak dimiliki betina yang ditunjukkan dengan tanda panah pada Gambar 2.



Gambar 2. Ramirezi jantan (*electric blue ram*).
Sumber : Olsen, (2000)

2.2 Reproduksi Ikan Ramirezi

Ikan cichlid merupakan jenis ikan yang bersifat monogami yaitu hanya memiliki satu pasangan dalam satu musim pemijahan. Hal ini berarti jantan dan betina akan berpasangan untuk pemijahan, dan untuk pemijahan berikutnya mereka dapat kawin dengan pasangan yang sama atau mencari pasangan baru. Pada beberapa spesies monogami, warna atau pola dalam komunikasi sosial digunakan sebagai pertahanan wilayah. Ikan betina lebih banyak meletakkan telur pada substrat yang bersih, baik bersih secara alami maupun bersih setelah dibersihkan oleh ikan jantan (Laila & Purwasih, 2020). Pada ikan ramirezi, ketika telah berpasangan bersifat biparental (La Plante & Delaney, 2020), menjaga telur dan larva serta mempertahankan wilayah bersama. Seperti pada ikan cichlid lainnya, betina ramirezi akan meletakkan telur pada substrat yang bersih lalu segera dibuahi pejantan. Karakter seksual ikan ramirezi selama proses reproduksi menurut Azizah *et al.* (2023), ditunjukkan pada tanda panah merah yang disajikan pada Gambar 3. Ikan ramirezi jantan memiliki sirip punggung depan memanjang berwarna hitam (a) dengan badan dan warna perut yang nampak lebih biru (b), sedangkan pada ramirezi betina memiliki perut berwarna merah muda (c), dengan bagian perut yang menonjol dan urogenital berwarna kuning (d).



Gambar 3. Karakteristik seksual ikan ramirezi
Sumber: Azizah *et al.* (2023)

2.3 Sex Reversal

Sex reversal merupakan teknologi yang digunakan untuk mengarahkan kelamin ikan menjadi monoseks jantan atau betina melalui pemberian hormon (Zairin, 2002). Dalam *sex reversal*, teknik yang digunakan yaitu feminisasi untuk menghasilkan betina, dan maskulinisasi untuk menghasilkan individu jantan (Piferrer *et al.*, 1993; Devlin & Nagahama, 2002; Zairin, 2002). Salah satu faktor yang mendukung keberhasilan *sex reversal* adalah umur ikan karena gonad belum berdiferensiasi. Beragamnya waktu diferensiasi pada ikan sangat bergantung pada kondisi periode labil masing-masing spesies ikan. Selain itu pengaruh rangsangan dari luar dalam pengarahannya jenis kelamin akan mengalami penurunan apabila diferensiasi kelamin sedang berlangsung. Proses pengarahannya kelamin pada ikan dapat dilakukan dengan stimulasi hormon dan manipulasi kromosom, namun cara yang sering digunakan dalam budi daya adalah dengan stimulasi hormon baik alami maupun buatan. Dalam merangsang perubahan kelamin pada ikan, pemberian hormon steroid harus dimulai pada umur yang tepat karena berperan penting pada keberhasilan *sex reversal*.

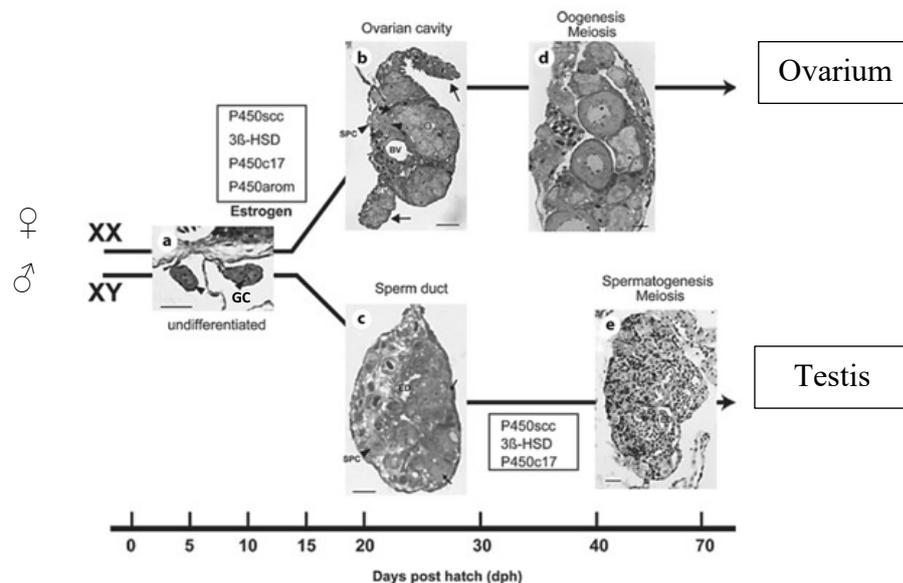
Metode yang telah dilakukan oleh pembudi daya dalam menghasilkan benih monoseks jantan yakni dengan pemberian hormon steroid sintetik dari kelompok androgen seperti 17α -metiltestosteron. Pemberian hormon sintetik ini sangat efektif untuk menghasilkan benih monoseks jantan. Pemberian hormon sintetik tersebut dapat dilakukan melalui pakan, perendaman dan penyuntikan (Zairin, 2002; Kobayashi, 2022). Namun, metode yang paling efisien yaitu perendaman karena dosis yang digunakan relatif lebih rendah dan prosesnya lebih singkat dibandingkan dengan metode lainnya sehingga baik untuk digunakan pada larva.

2.4 Determinasi & Diferensiasi Kelamin

Pada umumnya gonad ikan sangat berhubungan dengan determinasi kelamin dan diferensiasi kelamin dimana perkembangannya dapat diarahkan oleh faktor dalam atau faktor luar (Devlin & Nagahama, 2002). Determinasi kelamin dapat diartikan sebagai variabel dari penentuan seks secara genetik dan proses lingkungan, sedangkan diferensiasi seks diartikan sebagai proses fisiologis yang mengarah pada

perkembangan testis dan ovarium dari gonad (Mulyasih *et al.*, 2012). Diferensiasi terjadi pada saat periode kritis dimana otak dalam keadaan bipotensial untuk diarahkan pembentukan kelamin baik secara morfologi, tingkah laku, dan fungsi (Carman *et al.*, 2008).

Diferensiasi kelamin pada salah satu famili ikan cichlid meliputi perpindahan dari awal sel, munculnya bagian tepi gonad serta diferensiasi gonad menjadi testis atau ovarium (Piferrer, 2001). Kobayashi *et al.* (2012), menyebutkan pada ikan nila tilapia proses diferensiasi gonad terjadi melalui tiga tahap, yaitu: 1) pembentukan primordial germ cell (PGC), dimulai 3 hari setelah menetas; 2) pembentukan dimorfisme seksual dimulai sembilan hari setelah menetas dan ditandai dengan adanya sejumlah besar germ cell (GC), dan pembentukan rongga ovarium pada betina dan saluran intratestis pada jantan; 3) meiosis pertama mulai terjadi 35 hari setelah menetas pada betina dan pada jantan terjadi lebih dari 50 hari setelah menetas, proses ini disajikan pada Gambar 4.



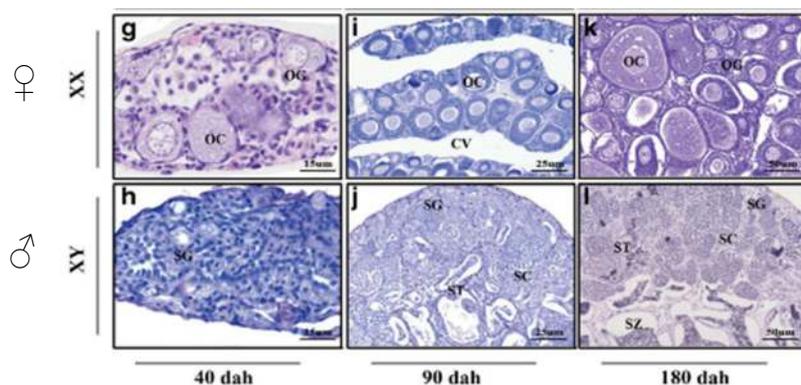
Gambar 4. Tahapan diferensiasi kelamin pada nila tilapia

Keterangan: a) mata panah (*arrowhead*) menunjukkan germ cells (GC), b) Panah (*arrow*) menunjukkan pemanjangan somatik sebagai pembentukan rongga ovarium, c) mata panah menunjukkan adanya kista dan sel penghasil steroid, SPC (*steroid producing cells*) di sekitar *blood vessel* (BV), d) gonad XX (betina) pada hari ke-35 setelah menetas, e) gonad XY (jantan) pada hari ke-70.

Sumber: Kobayashi *et al.* (2012)

2.5 Histologi Gonad

Histologi gonad merupakan cara yang dilakukan untuk mengidentifikasi dan memantau perkembangan gonad pada ikan dengan pewarnaan. Dalam histologi gonad, pewarnaan yang sering digunakan yaitu *hematoxylin* dan *eosin*. Menurut Muntiha (2001), metode ini dilakukan dengan penanaman jaringan di dalam blok parafin untuk menghasilkan preparat jaringan target yang tipis. Tahapan dalam pewarnaan ini yaitu, fiksasi dengan larutan *buffer neutral formalin* (BNF) 10% selama 24 jam yang bertujuan untuk menghentikan aktivitas sel agar tidak membelah dan mencegah sel/jaringan mengalami pembusukkan. Selanjutnya proses pengeringan (*dehidrasi*) dan penjernihan (*clearing*), dengan merendam sampel menggunakan empat konsentrasi alkohol yaitu 70%, 80%, 96%, dan alkohol absolute (100 %) untuk mengeluarkan air secara bertahap pada organ uji. Kemudian, proses *embedding* dan pemotongan dengan ketebalan 4 mikron. Lalu, tahapan pewarnaan sampel menggunakan *hematoxylin eosin* (HE) untuk mewar-nai inti sel, sel darah, atau sitoplasma pada sampel. Pada pewarnaan ini, *hematoxylin* bekerja sebagai pewarna basa yang mewarnai unsur basofilik jaringan menjadi biru dengan muatan negatif (anionik). *Eosin* bersifat asam yang mana memulas komponen asidofilik jaringan menjadi warna merah muda seperti komponen kationik protein dengan banyak gugus amino yang terionisasi (Junquire & Carneiro, 2012). Pewarnaan dengan *hematoxilyn eosin* (HE) disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Histologi gonad pada ikan nila

Keterangan: oogonia (OG), oocytes (OC), ovarian cavity (CV), spermatogonia (SG), spermatids (ST), spermatocytes (SC), day after hatching (dah)

Sumber: Tao *et al.* (2018)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 80 hari, pada bulan Oktober tahun 2023 – Januari tahun 2024 di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Alat, spesifikasi, dan kegunaan selama penelitian

No	Alat	Spesifikasi	Kegunaan
1	Akuarium	40x30x30 cm ³	Wadah pemeliharaan.
2	Instalasi aerasi	Selang dan batu aerasi	Penyuplai oksigen.
3	Toples	Volume 5 L	Sebagai wadah perendaman.
4	Lampu pijar	5 watt	Sebagai kontrol suhu.
5	Filter biofoam	Dacron	Sebagai filter air.
6	Blower	Power 120 watt	Sebagai sumber oksigen.
7	Selang	5/8 inch	Mengalirkan air.
8	Selang sifon	1/2 inch	Membersihkan kotoran.
9	Penggaris	30 cm	Mengukur panjang.
10	Mikroskop	Leica EC3	Pengamatan histologi.
11	Coolbox	6S Lion Star	Wadah penyimpanan sampel.
12	Timbangan digital	500 g	Menimbang bobot ikan.

Tabel 1. Alat, spesifikasi, dan kegunaan selama penelitian (lanjutan)

13	<i>Scoopnet</i>	10 cm	Untuk mengambil larva.
14	Alat bedah	15 set	Untuk mencacah gonad.
15	Pipet tetes	1 ml	Alat mengambil larutan.
16	pH meter	EZ-9908	Mengukur kadar pH air.
17	DO meter	DO-5510	Mengukur kadar oksigen.
18	Termometer	EZ-9908	Mengukur suhu air
19	Kamera	Handphone	Sebagai alat dokumentasi.
20	Alat tulis	Pena dan buku	Pencatat data penelitian.

Tabel 2. Bahan, spesifikasi, dan kegunaan selama penelitian

	Bahan	Spesifikasi	Kegunaan
1	Larva ramirezi	Umur 12, 19 hari	Sebagai ikan uji.
2	Hormon sintetik	17 <i>metiltestosteron</i>	Sumber steroid.
3	Alkohol	Kadar 96 %	Pelarut hormon.
5	<i>Buffer neutral formalin</i>	BNF 10%	Larutan fiksasi.
6	Alkohol	Kadar 70%	Larutan <i>clearing</i> .
7	Pakan alami	Artemia, cacing sutra	Pakan alami.
8	Pakan komersil	TetraBits	Pakan uji.
9	Garam krosok	Non iodium	Disinfektan.

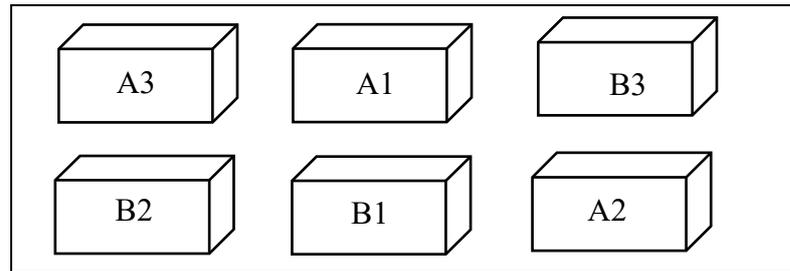
3.3 Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental 2 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan dibedakan berdasarkan umur larva berbeda (12 dan 19 hari) yang di-rendam menggunakan hormon 17 α -metiltestosteron (MT). Dosis mengacu pada penelitian Safir *et al.* (2021) yaitu 2 mg/L selama 4 jam sebagai berikut:

Perlakuan A : Larva umur 12 hari + 17 α -metiltestosteron 2 mg/L

Perlakuan B : Larva umur 19 hari + 17 α -metiltestosteron 2 mg/L

Tata letak wadah pemeliharaan disajikan pada Gambar 6 sebagai berikut:



Keterangan:

A1, A2, dan A3 : Perlakuan A dan 1, 2, 3 ulangan

B1, B2, dan B3 : Perlakuan B dan 1, 2, 3 ulangan

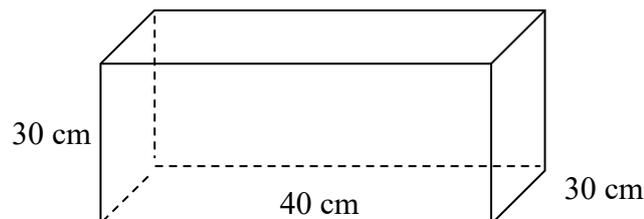
Gambar 6. Tata letak wadah penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

Beberapa prosedur yang dilakukan pada penelitian ini meliputi, persiapan wadah, persiapan ikan uji, perlakuan maskulinisasi, pemeliharaan larva ramirezi, dan identifikasi kelamin.

3.4.1 Persiapan Wadah

Wadah pemeliharaan yang digunakan berupa akuarium berukuran $40 \times 30 \times 30$ cm³ sebanyak 6 unit. Untuk wadah perendaman larva menggunakan toples dengan kapasitas air 5 L. Sebelum digunakan, wadah dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan sisa kotoran dan mencegah bibit penyakit. Kemudian wadah dikeringkan selama satu hari dan diisi air dengan tandon. Wadah pemeliharaan diisi air sebanyak 24 L, sedangkan wadah perendaman 3 L. Setelah terisi, unit biofoam ditempatkan di tengah akuarium lengkap dengan instalasi aerasi sebagai penyuplai oksigen dan lampu pijar sebagai kontrol suhu. Dimensi ukuran akuarium dapat dilihat pada Gambar 7.



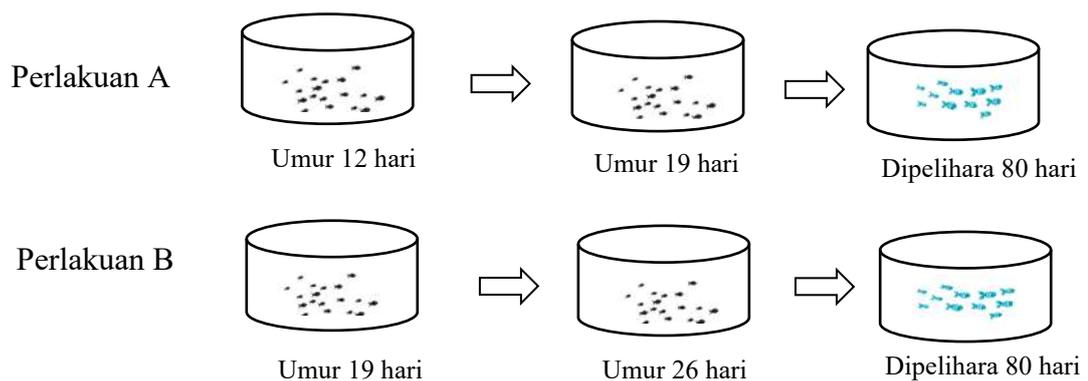
Gambar 7. Dimensi ukuran akuarium

3.4.2 Persiapan Ikan Uji

Larva ikan yang digunakan berasal dari pembudi daya ikan hias di Bogor varietas *electric blue ramirezi* umur 9 hari sebanyak 180 ekor. Sebelum diberi perlakuan, larva diaklimatisasi selama 3 hari agar dapat beradaptasi dengan baik pada lingkungan baru. Selama aklimatisasi, larva diberi pakan berupa *Artemia* sp., dengan metode *ad satiation*. Tiap akuarium berisi larva ikan ramirezi umur 12 hari sebanyak 30 ekor yang telah diukur panjang dan bobotnya.

3.4.3 Perlakuan

Kegiatan ini diawali dengan menyiapkan wadah perendaman berupa toples yang diisi 3 liter air dan dilengkapi aerasi. Selanjutnya, hormon 17α -metiltestosteron ditimbang sebanyak 2 mg dan dimasukkan dalam tabung eppendorf. Hormon ditambahkan alkohol 96 % sebanyak 1 mL dan dihomogenkan. Larutan hormon dituangkan pada wadah perendaman dan diaerasi selama 3-6 jam agar larutan homogen dan menghilangkan kandungan alkohol. Perendaman dilakukan selama 4 jam sesuai umur perlakuan dan diulang tiap minggu selama 2 minggu. Setelah perendaman selesai, larva dipindahkan menggunakan *scoopnet* pada wadah pemeliharaan dan wadah perendaman dibilas hingga bersih. Sketsa perlakuan rendam dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Sketsa perlakuan perendaman

3.4.4 Pemeliharaan Larva Ramirezi

Larva ikan yang telah diberi perlakuan dipindahkan ke dalam wadah pemeliharaan. Pakan yang diberikan berupa *Artemia* sp., hingga larva berumur 20 hari, cacing sutra (*Tubifex* sp.) dan TetraBits yang dihaluskan hingga 80 hari. Pemberian pakan dilakukan sebanyak 3 kali sehari pukul 07.00, 12.00 dan 17.00 WIB dengan metode *ad satiation* (sekenyang-kenyangnya) agar sesuai dengan kemampuan konsumsi ikan (Azizah *et al.*, 2023). Guna menjaga kualitas air tetap optimal dilakukan penyiponan tiap 2 hari selama seminggu. *Timeline* pemberian pakan pada larva ramirezi selama pemeliharaan disajikan pada Tabel 3. Pemeliharaan larva ramirezi selama 80 hari sebagai berikut.

Tabel 3. *Timeline* pemberian pakan

Jam pemberian pakan (WIB)	Hari ke-									
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	
07.00	◆————◆									
12.00			◆	—————◆						
17.00			◆	—————◆						

Keterangan: ◆—◆ *Artemia* sp. ◆—◆ TetraBits ◆—◆ Cacing Sutra (*Tubifex* sp.)

3.4.5 Sampling akhir

Sampling akhir dilakukan pada hari ke-80 dengan mengamati ciri fisik atau dimorfisme seksual ikan ramirezi pada tiap pelakuan. Pengamatan gonad dilakukan dengan pewarnaan *hematoxylin eosin* (HE) dan asetokarmin. Pewarnaan dengan HE dilakukan diakhir pemeliharaan dengan cara mengambil 2 ekor ikan uji tiap ulangan terdiri dari jantan dan betina. Ikan uji dipotong dengan metode *trunk* antara belakang operkulum hingga lubang genital, kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel berisi larutan *buffer neutral formalin* (BNF). Setelah 24 jam larutan diganti dengan alkohol 70%. Pada hari berikutnya, sampel dikirim ke Laboratorium Kesehatan Ikan, Institut Pertanian Bogor (IPB) untuk pembuatan preparat histologi gonad. Selain itu dilakukan pengamatan dengan asetokarmin berkisar antara 7-12 ekor ikan. Metode ini dilakukan dengan cara mencacah gonad sampai halus di atas gelas objek dan ditetesi dengan larutan asetokarmin. Pengamatan

preparat dilakukan menggunakan mikroskop hingga terlihat adanya jaringan ovarium dan testis (Bhagawati *et al.*, 2017).

3.5 Parameter Pengamatan

3.5.1 Morfologi Ikan

Pengamatan ini dilakukan dengan mengamati secara langsung morfologi ikan ramirezi yang terlihat dari ciri dimorfisme seksual yang dimilikinya. Ciri ini terlihat dari tubuh ramirezi jantan yang lebih ramping dengan bagian sirip dorsal memanjang berwarna hitam seperti duri dan tajam yang tidak dimiliki betina (Azizah *et al.*, 2023).

3.5.2 Morfologi Gonad

Identifikasi morfologi gonad pada ikan jantan dan betina dilakukan menggunakan mikroskop. Pada ikan jantan terlihat adanya *spermatogonia*, *spermatisit*, *spermatids*, dan *spermatozoa* pada gonad. Adapun pada betina, dilihat dari adanya nukleus, *oogonia*, *primary oosit*, *sel vitellogenin* dan *mature oosit*, pada gonad (Nagahama, 1983; Fandana *et al.*, 2020).

3.5.3 Persentase Individu jantan

Persentase ini merupakan parameter utama yang digunakan untuk mengetahui jumlah ikan jantan dihitung menggunakan persamaan (Zarin *et al.*, 2002):

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

3.5.4 Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran kualitas air meliputi suhu, oksigen terlarut/*dissolved oksigen* (DO), dan pH (derajat keasaman). Pengukuran ini dilakukan dengan mengukur langsung ke dalam air pada saat awal dan akhir penelitian.

3.6 Analisis Data

Data yang didapatkan dari penelitian berupa data kuantitatif seperti persentase individu jantan ditabulasi ke dalam bentuk tabel dengan Microsoft Excel dan dianalisis menggunakan uji t: *independent samples t test* dengan taraf kepercayaan 95%. Adapun untuk data pendukung berupa morfologi ikan, morfologi gonad, dan kualitas air dianalisis secara deskriptif.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Perendaman larva dengan umur berbeda dalam hormon 17α -metiltestosteron memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap persentase kelamin jantan ($p < 0,05$). Larva umur 19 hari (perlakuan B) merupakan umur terbaik, mampu menghasilkan persentase jantan sebesar $63,48 \pm 4,55\%$.

5.2 Saran

Maskulinisasi ikan ramirezi dapat dilakukan pada umur 19 hari, karena diduga fase diferensiasi ikan ramirezi dimulai pada umur dua minggu setelah penetasan.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Afpriyaningrum, M. D., Soelistyowati, D. T., Alimuddin, Zairin, M., Setiawati, M., & Hardiantho, D. 2016. Maskulinisasi ikan nila melalui perendaman larva pada suhu 36°C dan kadar residu 17 α - metiltestosteron dalam tubuh ikan. *Omni Akuatika*, 12(3): 106-113.
- Atriani. 2022. *Pembentukan Kelamin Jantan Larva Ikan Nila (Oreochromis niloticus) dengan Metode Perendaman Dalam Hormon Metiltestosteron Alami*. (Skripsi). Politeknik Petanian Negeri Pangkep. Pangkep. 46 hlm.
- Arifin, Z. O., Ath-har, F. H. M., & Gustiano, R. 2009. Aplikasi rekayasa genetik pada budidaya ikan di Indonesia. *Media Akuakultur*, 4(1): 76-83.
- Azizah., Elisdiana, Y., Adiputra, Y. T., & Sarida, M. 2023. Growth and reproductive performances of ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) feed with different feed types. *Jurnal Riset Akuakultur*, 18(3): 141-151.
- Barades, E., Hartono, D. P., Witoko, P., & Azis, R. 2020. Peningkatan nisbah ikan nila jantan menggunakan 17 α - metiltestosteron melalui pakan. *Jurnal Perikanan*, 10(1): 50-54.
- Baroiller, J. F., & D'Cotta, H. 2016. The reversible sex of gonochoristic fish: insights and consequences. *Sexual Development*, 10(5): 242-266.
- Bhagawati, D., Farida, N. R., & Siti, R. 2017. Karakteristik dimorfisme dan gambaran histologis gonad pada benih ikan nila hasil alih kelamin. *Semnas Pendidikan Biologi dan Saintek II*, 1(3): 87-98.
- Carman, O., Jamal, M. Y., & Alimuddin. 2008. Pemberian 17 α -metiltestosteron melalui pakan meningkatkan persentase kelamin jantan lobster air tawar. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 7(1): 25-32.
- Chan, S. T. H., & Yeung, W. S. B. 1983. *Sex Control and Sex Reversal in Fish Under Natural Conditions. Reproduction-Behavior and Fertility Control*. Academic Press. New York. 222 hlm.

- 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.
- Fandana, L., Thaib, A., Ridwan, T., & Nurhayati. 2020. Gambaran histologi gonad ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan pemberian terong rimbang (*Solanum torvum*) dalam pakan. *Jurnal TILAPIA*, 1(2): 1-5.
- Genten, F., Terwinghe, E., & Danguy, A. 2009. *Atlas Of Fish Histologi*. Science Publishers. Enfield, NH, United States of America. 211 hlm.
- Hermawan, D., Ismalasari, R., Saifullah., Sucipto, A., & Agung, L. A. 2023. Aplikasi perbedaan waktu pemberian pakan berhormon terhadap sex reversal pada ikan mas sinyonya (*Cyprinus carpio L.*) G2N F1. *Jurnal Hasil Penelitian Bidang Ilmu Akuakultur*, 8(2): 206-212.
- Hunter, G. A., & Donaldson, E. M. 1983. Hormonal sex control and its application to fish culture. *Fish Physiology*, 9(2): 223-291.
- Ibrahim, Y., Hasanah, U., & Erlita. 2018. Optimalisasi konsentrasi hormon 17 α -metiltestosteron terhadap perubahan nisbah kelamin jantan ikan lele sangkuriang (*Clarias sp.*) *Jurnal Akuakultura*, 2(1): 44-51.
- Irfan, M., Abdullah, N., & Paputungan, S. F. 2020. Pengaruh hormon 17 α -metiltestosteron dengan dosis berbeda terhadap persentase kelamin jantan, pertumbuhan berat mutlak, dan kelangsungan hidup pada ikan tetra kongo (*Micraleptus interruptus*). *Jurnal Agribisnis Perikanan*, 13(2): 391-402.
- Iryanto, Amir, S., & Setyono, B. D. H. 2021. Pengaruh lama waktu perendaman larva ikan cupang dalam madu terhadap persentase jenis kelamin. *Jurnal Perikanan*, 11(1): 56-65.
- Junquire, L.C. & Carneiro, J. 2012. *Histologi Dasar Junquiera Edisi ke-12*. EGC. Jakarta. 452 hlm.
- Kobayashi, T., & Nagahama, Y. 2009. Molecular aspects of gonadal differentiation in a teleost fish the tilapia. *Sexual Development*, 3(2-3): 108-117.
- Kobayashi, T. 2010. In vitro germ cell differentiation during sex differentiation in a teleost fish. *The International Journal of Developmental Biology*, 54(1): 105-112.
- Kobayashi, Y., Nagahama, Y., & Nakamura, M. 2012. Diversity and plasticity of sex determination and differentiation in fishes. *Sexual Development*, 7(1-3):115-125.
- Kobayashi, Y. 2022. Control of gonadal maturation and sex in grouper. *Aquaculture and Fisheries*, 7(5): 519-524.

- Kordi, M. G. H., & Tancung, A. B. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*. Rineka Cipta. Jakarta. 210 hlm.
- Kuncoro, E. B. 2011. *Sukses Budi Daya Ikan Hias Air Tawar*. Liliy Publisher. Yogyakarta. 436 hlm.
- La Plante, L.H., & Delaney, S. 2020. Male mate choice for a female ornament in a monogamous cichlid fish, *Mikrogeophagus ramirezi*. *Journal of Fish Biology*, 96(3): 663–668.
- Laila, K., & Purwasih, J. 2020. Pengaruh substrat yang berbeda terhadap pemijahan ikan mas koki oranda (*Carrasius auratus Linnaeus.*) *Jurnal Pionir*, 6(2): 319-328.
- Lesmana, D. A. 2001. *Kualitas Air Untuk Ikan Hias Air Tawar*. Penebar Swadaya. Jakarta. 80 hlm.
- Laining, A. 2000. Pengaruh lama waktu perendaman embrio dalam larutan 17α -metiltetosteron terhadap nisbah kelamin ikan tetra kongo (*Micralestes interruptus*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 6(3-4): 51-57.
- Muntiha, M. 2001. Teknik pembuatan preparat histopatologi dari jaringan hewan dengan pewarnaan hematoksilin dan eosin (H&E). *Temu teknis Fungsional Non Peneliti*, 156-163.
- Mulyasih, D., Tarsim, & Sarida, M. 2012. Penggunaan suhu dan dosis propolis yang berbeda terhadap nisbah kelamin ikan guppy (*Poecilia reticulata*). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1(1): 25-30.
- Murua, H., Kraus, G., Saborido-Rey F., Witthames, P. R., Thorsen, A., & Junquera, S. 2003. Procedures to estimate fecundity of marine fish species in relation to their reproductive strategy. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 33(1): 33-54.
- Myers, P. R., Espinosa, C. S., Parr, T., Jones, G. S., Hammond, T. A., & Dewey. 2023. The Animal Diversity Web (online). Accessed at <https://animaldiversity.org>. Diakses pada 31 Agustus 2023.
- Nagahama, Y. 1983. 6 The functional morphology of teleost gonads. *Fish Physiology*, 9(A): 223–275.
- Olsen. 2000. *Mikrogeophagus ramirezi* (Myers & Harry, 1948). <https://www.fishbase.se/summary/12305>. Diakses pada tanggal 29 Agustus 2023.
- Piferrer, F., Baker, I. J., & Donaldson, E. M. 1993. Effects of natural, synthetic, aromatizable, and nonaromatizable androgens in inducing male sex

- differentiation in genotypic female chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *General and Comparative Endocrinology*, 91(10): 59-65.
- Piferrer, C. 2001. Endocrine Sex control strategies for the feminization of teleost fish. *Aquaculture Research*, 197(1-4): 229-281.
- Rahmasari, F., Utomo, D. S. C., & Hudaidah, S. 2021. Efektifitas ekstrak cabe jawa (*Piper retrofractum Vahl*) untuk maskulinisasi ikan cupang (*Betta splendens*). *Journal of Aquatropica Asia*, 6(1): 26-33.
- Rifki, A. A. 2023. *Performa Pertumbuhan, Tingkat Kelangsungan Hidup Dan Persentase Jantan Juvenil Lobster Air Tawar Cherax quadricarinatus (Von Martens, 1868) Melalui Perendaman Larva Dalam Ekstrak Tribulus terrestris*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 37 hlm.
- Safir, M., Ndobe, S., & Madinawati. 2021. Pengaruh perendaman larva ikan *Pterapogon kauderni* dengan hormon 17- α metiltestosteron menggunakan dosis yang berbeda terhadap rasio kelamin jantan. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(2): 130-139.
- Sarida, M., Putra, D. D., & Marsewl, 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.
- Tao, W., Jinlin, C., Dejie, T., Jing, Y., Lina, S., Jing, W., Matthew, A. C., Thomas, D. K., Deshou, Wang. 2018. Transcriptome display during tilapia sex determination and differentiation as revealed by RNA-Seq analysis. *BioMed Central Genomic*, 19(1): 1-12.
- Yön, N. D. K., Aytekin, Y., & Yüce, R. 2008. Ovary maturation stages and histological investigation of ovary of the zebrafish (*Danio rerio*). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51(3):513-522.
- Yusrina, W. 2015. *Maskulinisasi Ikan Guppy (Poecilia reticulata) dengan Ekstrak Cabe Jawa (Piper retrofractum Vahl) melalui Perendaman Induk Bunting*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 70 hlm.
- Yuniarti, T., Hanif, S., Prayoga, T., & Suroso. 2007. Teknik produksi induk betina ikan nila. *Jurnal Budidaya Air Tawar*, 4(1): 32-3
- Zairin, Jr. M. 2002. *Sex Reversal: Memproduksi Benih Ikan Jantan atau Betina*. Penebar Swadaya. Jakarta. 68 hlm.
- Zairin, Jr. M., Yuniarti, A., Dewi, R., & Sumantadinata, K. 2002. Pengaruh lama waktu di dalam larutan hormon 17 α -methyltestosteron terhadap nisbah kelamin (*Poecilia reticulata*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 1(1): 31-35.