

**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)

Oleh

**Aqilah Putri Salsabil
2014111022**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PERSENTASE JANTAN, PERFORMA PERTUMBUHAN, DAN TINGKAT KELANGSUNGAN HIDUP LARVA IKAN RAMIREZI *Mikrogeophagus ramirezi* (MYERS & HARRY, 1948) YANG DIRENDAM HORMON 17 α -METILTESTOSTERON DALAM WAKTU BERBEDA

Oleh

Aqilah Putri Salsabil

Sex reversal merupakan salah satu teknik dalam meningkatkan produksi ikan jantan yang dilakukan sebelum gonad berdiferensiasi. Umumnya hormon yang digunakan adalah 17 α -metiltestosteron (17 α -MT), karena hormon tersebut paling efektif dalam proses pengarahannya, sehingga tepat digunakan sebagai dasar suatu penelitian. Pemberian hormon yang efisien diberikan dengan metode perendaman. Dalam metode tersebut, waktu perendaman masih sangat bervariasi sehingga belum diketahui waktu yang efektif untuk *sex reversal*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis lama waktu perendaman terbaik dalam hormon terhadap persentase kelamin jantan, pertumbuhan panjang dan bobot mutlak, serta *survival rate*. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan, dengan menggunakan larva berumur 12 hari yang direndam dalam hormon 17 α -MT dengan dosis 2 mg/L dengan lama waktu perendaman berbeda. Perlakuan A (kontrol), B (4 jam), C (8 jam), D (12 jam), perendaman diulang sebanyak 3 kali saat larva berusia 12, 19, dan 26 hari, kemudian dilakukan pemeliharaan selama 80 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama perendaman yang berbeda dalam hormon 17 α -MT tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap persentase jantan, pertumbuhan, dan *survival rate* ramirezi. Oleh karena itu, belum dapat ditemukan lama waktu perendaman yang efektif bagi ikan ramirezi dalam hormon untuk dapat meningkatkan rasio jantan, pertumbuhan panjang dan bobot mutlak, serta *survival rate*.

Kata kunci : 17 α -MT, lama waktu perendaman, larva, ramirezi, *sex reversal*.

ABSTRACT

MALE PERCENTAGE, GROWTH PERFORMANCE, AND SURVIVAL RATE OF RAMIREZI FISH LARVAE *Mikrogeophagus ramirezi* (MYERS & HARRY, 1948) IMMERSION IN 17 α -METHYLTESTOSTERONE HORMONES WITH DIFFERENT DURATION

by

Aqilah Putri Salsabil

Sex reversal is one of the techniques in increasing male fish production that is done before the gonads differentiate. Generally, the hormone used is 17 α -methyltestosterone (17 α -MT), because this hormone is most effective in the process of sex direction, so it is appropriate to be used as the basis of a study. Efficient hormone administration is given by the immersion method. In this method, the immersion duration still varies greatly so that the effective time for sex reversal is not yet known. The purpose of this study was to analyze the best immersion duration in hormones on male percentage, absolute length and weight growth, and survival rate. This study used a completely randomized design (CRD) consisting of 4 treatments and 3 replicates, using 12-day-old larvae immersed in 17 α -MT hormone at a dose of 2 mg/L with different immersion times. Treatments A (control), B (4 hours), C (8 hours), D (12 hours), immersion was repeated 3 times when the larvae were 12, 19, and 26 days old, then 80 days of maintenance was carried out. The results showed that the immersion duration in 17 α -MT hormone did not have a significantly different effect on male percentage, growth, and survival rate of ramirezi. Therefore, an effective immersion duration for ramirezi fish in the hormone had not been found to increase the male ratio, absolute length and weight growth, and survival rate.

Key words: 17 α -MT, immersion duration, larvae, ramirezi, sex reversal.

**PERSENTASE JANTAN, PERFORMA PERTUMBUHAN, DAN TINGKAT
KELANGSUNGAN HIDUP LARVA IKAN RAMIREZI *Mikrogeophagus
ramirezi* (MYERS & HARRY, 1948) YANG DIRENDAM HORMON 17 α -
METILTESTOSTERON DALAM WAKTU BERBEDA**

Oleh

Aqilah Putri Salsabil

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**

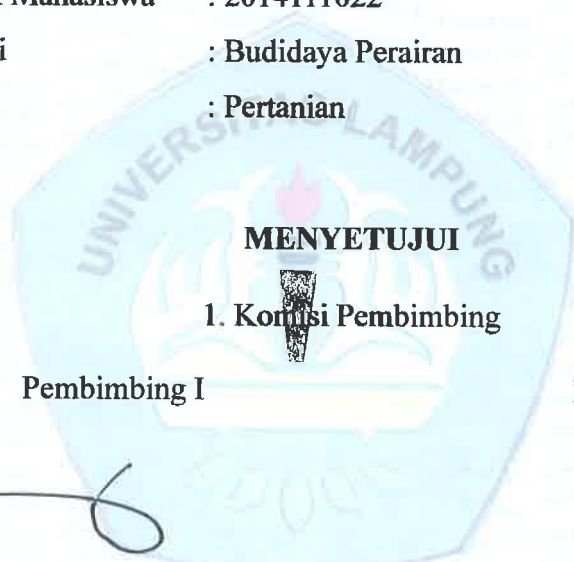
Judul : **PERSENTASE JANTAN, PERFORMA PERTUMBUHAN, DAN TINGKAT KELANGSUNGAN HIDUP LARVA IKAN RAMIREZI *Mikrogeophagus ramirezi* (MYERS & HARRY, 1948) YANG DIRENDAM HORMON 17 α -METIL-TESTOSTERON DALAM WAKTU BERBEDA**

Nama Mahasiswa : **Aqilah Putri Salsabil**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2014111022

Program Studi : Budidaya Perairan

Fakultas : Pertanian



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Deny S', written over the 'Pembimbing I' label.

Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi., M.Si.
NIP 198407312014041004

Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Yeni E', written over the 'Pembimbing II' label.

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

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Dr. Indra G', written over the name and NIP of the Dean.

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Deny Sapto C. Utomo, S.Pi., M.Si.

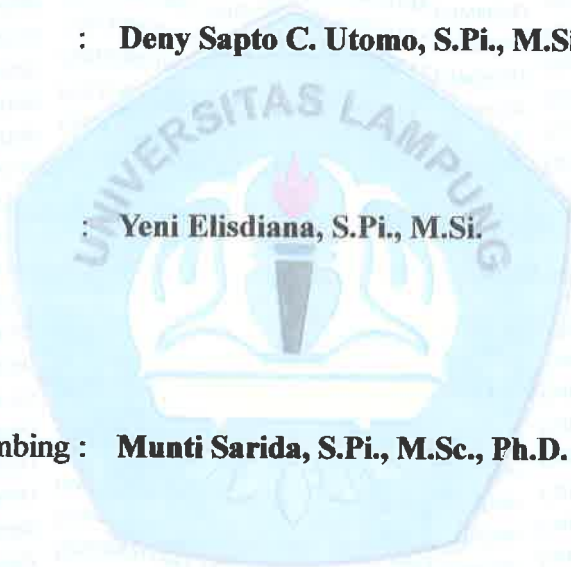


Sekretaris : Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si.



Penguji

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



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal lulus ujian skripsi : 23 Agustus 2024

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (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 dipublikasikan 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 dalam 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, 18 Oktober 2024

Yang membuat pernyataan,



Aqilah Putri Salsabil
NPM. 2014111022

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Bandar Lampung, 04 Desember 2001 sebagai anak kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Darmawansyah dan Ibu Binti Azizah. Penulis menyelesaikan pendidikan formal di Taman Kanak-Kanak (TK) Diniyyah Putri Lampung (2007-2008), Sekolah Dasar Negeri (SDN) 2 Negeri Sakti (2008-2014), Sekolah Menengah Pertama Negeri

(SMPN) 1 Pesawaran (2014-2017), dan Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 1 Gadingrejo (2017-2020) mengambil Jurusan IPA. Pada tahun 2020 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Sarjana (S1) pada Prodi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah melakukan magang di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung pada tahun 2022. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Biokimia dan Manajemen Teknologi Perbenihan Ikan pada tahun 2023. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Laboratorium Budidaya Perikanan, Universitas Lampung pada tahun 2023. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Pekon Balak, Kecamatan Batu Brak, Kabupaten Lampung Barat selama 40 hari pada periode Januari-Februari 2023. Penulis juga mengikuti program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) riset penelitian pada Oktober 2023-Januari 2024 di Laboratorium Budidaya Perikanan, Universitas Lampung, dengan judul “Persentase Jantan, Performa Pertumbuhan, dan Tingkat Kelangsungan Hidup Larva Ikan *Ramirezi Mikrogeophagus ramirezi* (Myers & Harry, 1948) yang Direndam Hormon 17α -Metiltestosteron Dalam Waktu Berbeda”.

PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

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

Kedua orang tua saya, yaitu Bapak Darmawansyah dan Ibu Binti Azizah, yang sangat saya sayangi dan cintai, atas segala doa, dukungan, nasihat, kasih sayang, serta pengorbanan yang telah diberikan dengan tulus dan ikhlas sehingga saya dapat menyelesaikan masa studi dan mendapatkan gelar sarjana.

Kakak perempuan dan adik laki-laki yang saya sayangi, yaitu Sekar Arum Kinanti dan Muhammad Irhab Nabil, yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, dan motivasi dalam proses menyelesaikan skripsi ini.

Sahabat dan teman-teman seperjuangan yang telah memberikan banyak memori dan pengalaman berharga, memberikan semangat, dukungan, serta doa untuk saya.

Almamater tercinta, Universitas Lampung

MOTO

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S Al-Baqarah:286)

“Sesungguhnya, beserta kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S Asy-Syarh:6)

“Barang siapa yang mengerjakan kebaikan sekecil apapun, niscaya dia akan melihat balasan-Nya”

(Q.S Al-Zalzalah:7)

“Focused on the future, never on the past”

(Rich Brian)

SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Persentase Jantan, Performa Pertumbuhan, dan Tingkat Kelangsungan Hidup Larva Ikan Ramirez *Mikrogeophagus ramirezi* (Myers & Harry, 1948) Yang Direndam Hormon 17α -Metiltestosteron Dalam Waktu Berbeda” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Program Studi Budi-daya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Fulas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
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 708/UN26.21/PN/2023.
3. Dr. Indra Gumay Yudha, M.Si. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
4. Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan dukungan selama perkuliahan dan penelitian ini, serta bimbingan, kritik, dan saran dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan dukungan, bimbingan, kritik, dan saran dalam proses penyelesaian skripsi ini.

6. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan dukungan, bimbingan, kritik, dan saran dalam proses penyelesaian skripsi ini.
7. Dosen-dosen Jurusan Perikanan dan Kelautan yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan pengalaman hidup kepada penulis selama penulis menjadi mahasiswa.
8. Seluruh staf administrasi Jurusan Perikanan dan Kelautan yang telah membantu segala urusan administrasi selama masa perkuliahan.
9. Kedua orang tua tercinta, serta kakak dan adik yang selalu memberikan doa, semangat, kasih sayang, dukungan, serta motivasi yang luar biasa.
10. Nia Rianti selaku rekan penelitian yang telah berjuang bersama-sama dalam menyelesaikan skripsi.
11. Hilma Nahwa Firdausi, Shinta Nur'aini, Rindi Amelia, Astrid Luvena, Elsi Ulandari, dan Tata Puspita selaku teman-teman yang sangat membantu dalam kegiatan penelitian.
12. Keluarga besar Jurusan Perikanan dan Kelautan 2020 yang telah memberikan kenangan selama masa perkuliahan.
13. Semua pihak secara langsung maupun tidak langsung yang telah banyak membantu selama pembuatan skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, Oktober 2024
Penulis,

Aqilah Putri Salsabil

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Kerangka Pemikiran	4
1.5 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Biologi Ikan Ramirezi (<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>)	8
2.1.1 Klasifikasi	8
2.1.2 Morfologi	8
2.1.3 Habitat	9
2.1.4 Reproduksi	10
2.2 Determinasi dan Diferensiasi Kelamin	10
2.3 <i>Sex Reversal</i>	11
2.4 Hormon Steroid	12
2.5 Mekanisme Hormon Dalam Teknik <i>Sex Reversal</i>	13
2.6 Histologi Gonad	14
III. METODE PENELITIAN	17
3.1 Waktu dan Tempat	17

3.2 Alat dan Bahan	17
3.3 Rancangan Penelitian	18
3.4 Prosedur Penelitian.....	19
3.4.1 Persiapan Wadah.....	19
3.4.2 Persiapan Ikan Uji dan Aklimatisasi.....	20
3.4.3 Perendaman Larva Ramirezii.....	20
3.4.4 Pemeliharaan Larva	20
3.4.5 Identifikasi Jenis Kelamin	21
3.5 Parameter Penelitian.....	22
3.5.1 Morfologi Gonad	22
3.5.2 Persentase Ramirezii Jantan	22
3.5.3 Pertumbuhan Panjang Mutlak	23
3.5.4 Pertumbuhan Bobot Mutlak.....	23
3.5.5 <i>Survival Rate</i>	23
3.5.6 Pengukuran Kualitas Air.....	24
3.6 Analisis Data.....	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil.....	25
4.1.1 Morfologi Jantan Ramirezii.....	25
4.1.2 Histologi Gonad Ramirezii	26
4.1.3 Persentase Jantan Ramirezii	28
4.1.4 Pertumbuhan Panjang Mutlak Ramirezii.....	29
4.1.5 Pertumbuhan Berat Mutlak Ramirezii	30
4.1.6 <i>Survival Rate</i> Ramirezii.....	32
4.1.7 Kualitas Air.....	34
4.2 Pembahasan	45
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	40
5.1 Simpulan.....	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian.....	17
2. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian.....	18
3. Kualitas air penelitian	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian	5
2. Ikan ramirezi, <i>Mikrogeophagus ramirezi</i>	9
3. Penampang histologi gonad dengan pewarnaan <i>hematoxylin eosin</i>	15
4. Penampang histologi gonad dengan pewarnaan asetokarmin.....	16
5. Tata letak wadah pemeliharaan.....	19
6. Identifikasi ciri fisik ramirezi, <i>Mikrogeophagus ramirezi</i>	21
7. Perbedaan morfologi ramirezi jantan dan betina	25
8. Penampang histologi gonad dengan pewarnaan asetokarmin.....	26
9. Penampang histologi gonad dengan pewarnaan <i>hematoxylin eosin</i>	27
10. Persentase jantan dan betina ramirezi	28
11. Pertumbuhan panjang mutlak ramirezi	29
12. Panjang rata-rata jantan dan betina ramirezi.....	30
13. Pertumbuhan bobot mutlak ramirezi.....	31
14. Bobot rata-rata jantan dan betina ramirezi	32
15. <i>Survival rate</i> ramirezi pasca perendaman	33
16. <i>Survival rate</i> ramirezi pasca pemeliharaan	34
17. Penimbangan hormon	56
18. Pengenceran hormon.....	56
19. Proses perendaman.....	56
20. Pengukuran panjang ramirezi.....	56
21. Pengukuran bobot ramirezi	56
22. Pemeliharaan.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil uji SPSS persentase histologi jantan	49
2. Hasil uji SPSS pertumbuhan panjang mutlak.....	50
3. Hasil uji SPSS pertumbuhan bobot mutlak	50
4. Hasil uji SPSS panjang rata-rata ramirezi	51
5. Hasil uji SPSS bobot rata-rata ramirezi	52
6. Data survival rate pasca perendaman	53
7. Hasil uji SPSS survival rate pasca perendaman	53
8. Hasil uji SPSS survival rate pasca pemeliharaan	54
9. Data kualitas air	55
10. Dokumentasi kegiatan.....	56

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Ikan ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) merupakan salah satu jenis ikan hias air tawar yang memiliki banyak peminat di masyarakat dengan nilai komersil yang cukup tinggi, sehingga berpeluang besar dalam meningkatkan usaha budi daya ikan hias di Indonesia. Menurut data statistik Kementerian Kelautan dan Perikanan (2023), jumlah produksi ikan ramirezi terus mengalami peningkatan, yaitu dari 40.803 ekor pada tahun 2020, menjadi 42.287 ekor pada tahun 2021. Dalam produksinya, ramirezi jantan lebih banyak peminat karena memiliki keindahan sirip, bentuk tubuh, serta kecerahan warna dibandingkan dengan ikan betina. Adanya daya tarik tersebut menyebabkan nilai komersil ikan jantan lebih tinggi. Namun, keunggulan tersebut tidak didukung oleh jumlah populasi ikan jantan yang dihasilkan dalam pemijahan sehingga memengaruhi biaya produksi. Menurut Rohmaniah *et al.* (2019), umumnya perbandingan persentase jumlah ikan jantan dan betina secara alami yaitu 50:50 dalam sekali pemijahan.

Salah satu upaya meningkatkan populasi ikan jantan yaitu dengan produksi monoseks jantan ikan ramirezi menggunakan teknik *sex reversal*. *Sex reversal* merupakan salah satu teknologi perikanan yang mampu mengarahkan jenis kelamin ikan menjadi 100% jantan ataupun 100% betina (Ariyanto *et al.*, 2010). Pengarahan kelamin dapat dilakukan pada fase labil, yaitu saat perkembangan gonad belum menunjukkan kecenderungan diferensiasi seks ke arah jantan ataupun betina (Emilda, 2015). Pemberian hormon dalam *sex reversal* dapat dilakukan pada saat gonad belum berdiferensiasi, yaitu pada rentang waktu hingga 30 hari pasca

menetas (Bardhan *et al.*, 2021). Teknik *sex reversal* dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya yaitu melalui perendaman, injeksi, maupun secara oral dengan menggunakan bahan berupa hormon steroid (Zairin, 2002). Pemilihan metode harus didasarkan pada efektivitas, efisiensi, palatabilitas, kemungkinan polusi, dan biaya. Pada larva ikan ramirezi, metode yang digunakan adalah perendaman. Hal ini karena pada metode injeksi, membutuhkan waktu pemberian lebih lama dari metode lain dan ukuran ikan memengaruhi keberhasilan metode tersebut. Adapun pada metode oral, memiliki kelemahan yaitu keterbatasan benih ikan dalam menerima pakan buatan dan pemberian hormon melalui oral maka pakan akan melewati saluran pencernaan sehingga terdapat kemungkinan terjadinya degradasi hormon oleh enzim pencernaan sehingga hormon menjadi rusak sebelum bekerja (Finanta *et al.*, 2020). Dengan begitu, maka pemberian hormon dengan metode perendaman (*dipping*) lebih efisien dari metode lain karena dengan adanya metode ini diharapkan hormon yang masuk dalam tubuh ikan dalam jumlah cukup besar sehingga hormon dapat bekerja secara maksimal (Bustaman *et al.*, 2009).

Keberhasilan *sex reversal* dipengaruhi oleh jenis dan umur ikan, dosis hormon yang diberikan, serta waktu, dan metode pemberian hormon (Arifin *et al.*, 2009). Umumnya, hormon yang digunakan dalam pengarahannya menjadi jantan adalah hormon 17α -metiltestosteron (MT). Potensi bahaya yang ditimbulkan oleh 17α -metiltestosteron menyebabkan hormon tersebut dilarang penggunaannya. Namun, peneliti masih dapat menggunakan MT sebagai dasar suatu penelitian. Hal ini karena hormon tersebut cepat dimetabolisme dan diekresikan oleh tubuh sehingga paling efektif dalam masa diferensiasi kelamin, sebab otak larva masih dalam keadaan bipotensial dalam mengarahkan pembentukan kelamin secara morfologi, tingkah laku, maupun fungsinya (Afpriyaningrum *et al.*, 2016). Namun apabila waktu perendaman dalam hormon terlalu lama, maka dapat bersifat paradoksial, sehingga hasil yang diperoleh bukan meningkatkan jumlah kelamin jantan, namun meningkatkan jumlah betina (Iryanto *et al.*, 2021). Oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut terkait lama waktu perendaman.

Lama waktu perendaman masih sangat bervariasi sehingga belum diketahui waktu yang optimum dalam teknik *sex reversal*. Pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan hormon 17α -metiltestosteron yang dilakukan oleh Safir *et al.* (2021), ikan banggai (*Pterapogon kauderni*) dengan metode perendaman menghasilkan persentase kelamin jantan tertinggi pada dosis 2 mg/L dengan waktu perendaman 4 jam, yaitu sebesar 91,67%. Pada penelitian Aryoputro *et al.* (2018), ikan guppy (*Poecilia reticulata*) menggunakan dosis 5 mg/L dengan lama perendaman 24 jam menghasilkan persentase kelamin jantan mencapai 90%. Selain itu, pada penelitian Afpriyaningrum *et al.* (2016), ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dosis 2 mg/L dengan lama perendaman 4 jam, menghasilkan 92,50% individu jantan.

Teknik *sex reversal* pada ikan sudah umum dilakukan, namun pada ikan ramirezi belum ditemukan kajian tersebut, dan lama waktu perendaman larva dalam hormon juga masih sangat bervariasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh lama perendaman yang berbeda pada larva ramirezi dalam hormon 17α -metiltestosteron untuk menghasilkan monoseks jantan dengan teknik *sex reversal*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis lama waktu perendaman terbaik larva ikan ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) dalam hormon 17α -metiltestosteron terhadap rasio kelamin jantan, pertumbuhan panjang dan bobot mutlak, serta *survival rate*.

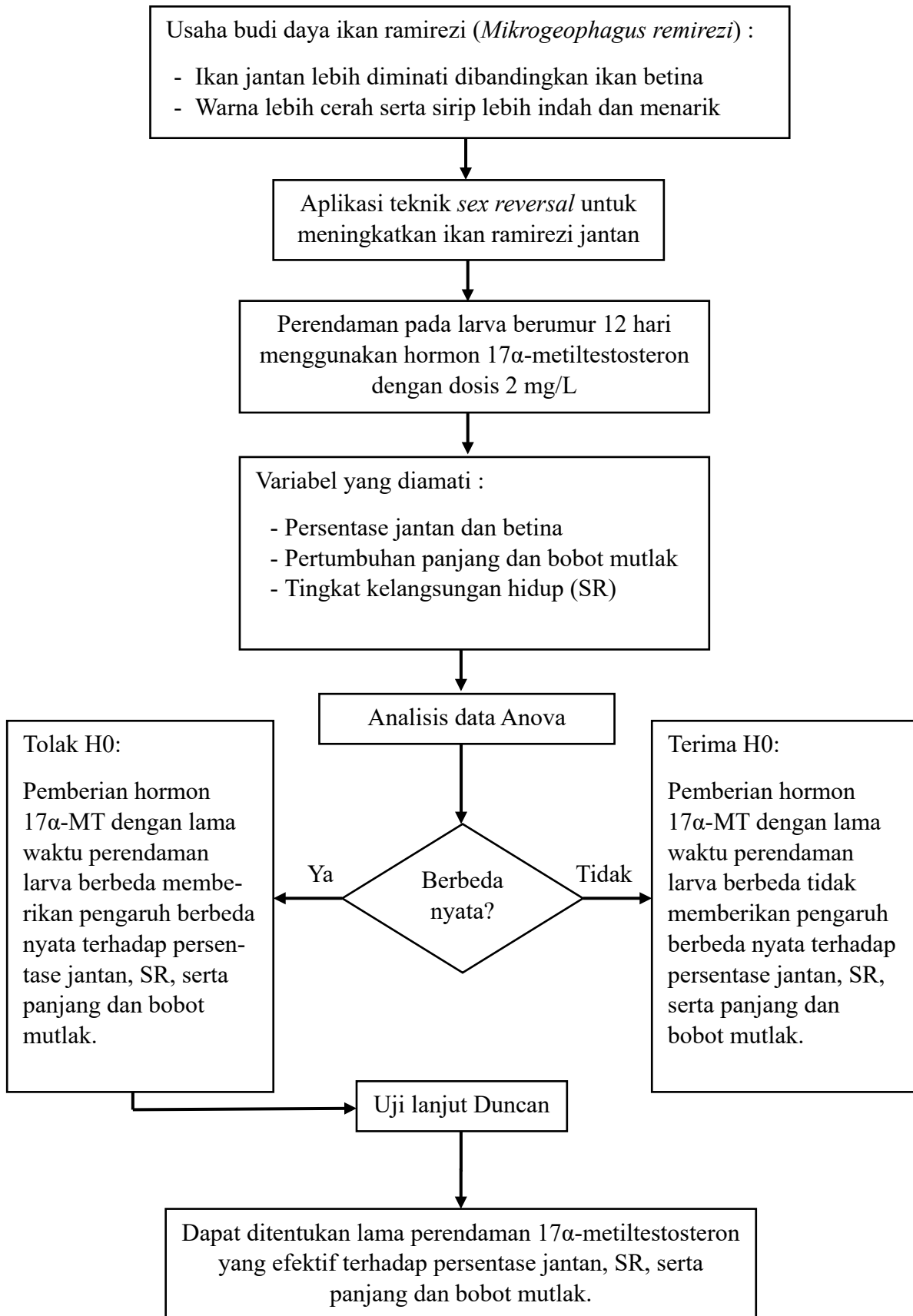
1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi bagi mahasiswa dan para pembudi daya dalam melakukan upaya peningkatan jumlah ikan ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) jantan dengan teknik *sex reversal*.

1.4 Kerangka Pemikiran

Ikan ramirezi merupakan salah satu komoditas ikan hias air tawar yang bernilai ekonomis tinggi sehingga berpotensi untuk dibudi dayakan, khususnya ramirezi jantan yang memiliki daya tarik tersendiri sehingga lebih banyak diminati daripada betina. Dengan begitu, maka perlu dilakukan peningkatan produksi monoseks jantan yaitu dengan teknik pengarahannya kelamin (*sex reversal*). Teknik *sex reversal* dilakukan saat ikan berada pada fase labil, yaitu pada rentang waktu 0-30 hari pasca penetasan. Hal ini karena gonad belum berdiferensiasi sehingga masih dapat dimanipulasi dengan hormon. Faktor keberhasilan *sex reversal* dipengaruhi oleh jenis dan umur ikan, dosis hormon yang digunakan, serta waktu pemberian hormon dan metode yang digunakan.

Bahan yang umum digunakan untuk melakukan teknik *sex reversal* adalah 17α -metiltestosteron. Hal ini karena hormon tersebut paling efektif dalam masa diferensiasi kelamin, karena hormon cepat dimetabolisme dan diekskresikan oleh tubuh larva, sehingga bipotensial dalam pengarahannya kelamin secara morfologi, tingkah laku, maupun fungsinya. Metode pemberian hormon dapat dilakukan melalui metode perendaman. Hal ini karena metode tersebut lebih efisien apabila dosis hormon yang digunakan relatif rendah dan ukuran ikan kecil. Namun, waktu yang diberikan dalam metode perendaman harus diperhatikan. Hal ini karena apabila waktu yang diberikan terlalu lama, maka dapat bersifat paradoksial bagi ikan, sehingga hasil yang diperoleh bukan meningkatkan jumlah kelamin jantan, melainkan meningkatkan jumlah individu betina. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian terkait pengaruh lama perendaman yang berbeda pada larva ramirezi dalam hormon 17α -metiltestosteron untuk menghasilkan monoseks jantan. Kerangka pemikiran penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Persentase jantan

H_0 ; semua $\tau_i = 0$: Semua pengaruh perlakuan lama waktu perendaman larva ramirezi dalam hormon 17α -metiltestosteron tidak berbeda nyata terhadap persentase jantan.

H_1 ; minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Minimal ada satu pengaruh perlakuan lama waktu perendaman larva ramirezi dalam hormon 17α -metiltestosteron yang berbeda nyata terhadap persentase jantan.

2. Pertumbuhan Panjang Mutlak

H_0 ; semua $\tau_i = 0$: Semua pengaruh perlakuan lama waktu perendaman larva ramirezi dalam hormon 17α -metiltestosteron tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan panjang mutlak.

H_1 ; minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Minimal ada satu pengaruh perlakuan lama waktu perendaman larva ramirezi dalam hormon 17α -metiltestosteron yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan panjang mutlak.

3. Panjang rata-rata berdasarkan jenis kelamin

H_0 ; $\mu_1 = \mu_2$: Panjang rata-rata ikan ramirezi jantan tidak berbeda nyata dengan panjang rata-rata ikan ramirezi betina.

H_1 ; $\mu_1 \neq \mu_2$: Panjang rata-rata ikan ramirezi jantan berbeda nyata dengan panjang rata-rata ikan ramirezi betina.

4. Pertumbuhan bobot mutlak

H_0 ; semua $\tau_i = 0$: Semua pengaruh perlakuan lama waktu perendaman larva ramirezi dalam hormon 17α -metiltestosteron tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak.

H_1 ; minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Minimal ada satu perlakuan lama waktu perendaman larva ramirezi dalam hormon 17α -metiltestosteron yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak.

5. Bobot rata-rata berdasarkan jenis kelamin

H_0 ; $\mu_1 = \mu_2$: Bobot rata-rata ikan ramirezi jantan tidak berbeda nyata dengan bobot rata-rata ikan ramirezi betina.

H_1 ; $\mu_1 \neq \mu_2$: Bobot rata-rata ikan ramirezi jantan tidak berbeda nyata dengan bobot rata-rata ikan ramirezi betina.

6. *Survival rate* (SR)

H_0 ; semua $\tau_i = 0$: Semua pengaruh perlakuan lama waktu perendaman larva ramirezi dalam hormon 17α -metiltestosteron tidak berbeda nyata terhadap *survival rate*.

H_1 ; minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Minimal ada satu pengaruh perlakuan lama waktu perendaman larva ramirezi dalam hormon 17α -metiltestosteron yang berbeda nyata terhadap *survival rate*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Ramirez (*Mikrogeophagus ramirezi*)

2.1.1 Klasifikasi

Ikan ramirezi atau dikenal dengan *dwarf cichlid* merupakan salah satu jenis ikan hias air tawar yang masuk dalam famili Cichlidae (Abate & Noakes, 2021). Ikan ini banyak diminati oleh para penggemar ikan hias di Indonesia untuk dinikmati estetika tubuhnya. Menurut Myers *et al.* (2023), klasifikasi salah satu jenis ikan ramirezi dari genus *Mikrogeophagus* adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia

Filum : Chordata

Kelas : Actinopterygii

Ordo : Perciformes

Famili : Cichlidae

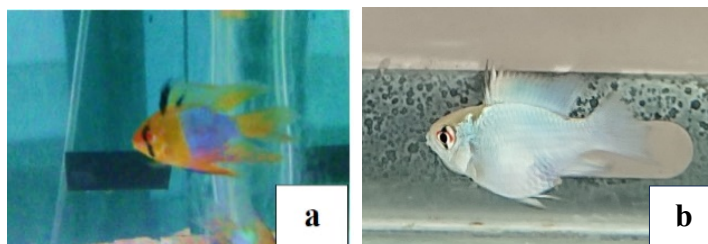
Genus : *Mikrogeophagus*

Spesies : *Mikrogeophagus ramirezi* (Myers & Harry, 1948)

2.1.2 Morfologi

Ikan ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) memiliki tubuh kecil dan dapat mencapai panjang maksimum 4-6 cm. Variasi warna kuning, merah, hitam, dan biru yang dimiliki ikan ini menjadi daya tarik tersendiri bagi penghobi ikan hias. Ikan ini memiliki variasi warna lain seperti biru, hitam, dan merah sehingga banyak digunakan sebagai hewan peliharaan oleh para pecinta ikan hias air tawar (Budianto *et al.*, 2019). Pola warna pada ikan ramirezi sangat beragam, seperti halnya *german ramirezi* dan *blue ramirezi*. Hal ini karena adanya perkawinan silang

yang dilakukan oleh para petani (Dewantoro & Rachmatika, 2016). Menurut Bangerter (2007), varietas german ramirezi memiliki pola warna orange pada wajahnya, perutnya berwarna merah atau kuning, dan berwarna biru neon pada bagian belakang tubuhnya (Gambar 2.a). Adapun menurut Azizah *et al.* (2023), varietas blue ramirezi memiliki pola tubuh berwarna biru terang yang mencolok dengan sedikit pola hitam pada sirip punggung pertama (Gambar 2.b).



Keterangan: (a) *german ramirezi* (b) *blue ramirezi*

Gambar 2. Ikan ramirezi, *Mikrogeophagus ramirezi*.
Sumber: Azizah (2022)

2.1.3 Habitat

Ikan ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) berasal dari Amerika Selatan, yaitu Lembah Sungai Orinoco, di Ilanos Venezuela dan Kolombia. Umumnya, ikan ini hidup pada perairan dengan kualitas air yang baik, seperti sungai dan rawa atau laguna dengan substrat berpasir dan ditutupi dengan bahan organik yang melimpah (Salazar, 2022). Selain itu, ikan ini juga memiliki habitat asli dengan perairan berarus lambat dan ditumbuhi oleh beragam vegetasi tumbuhan air pada suhu berkisar antara 22-25°C dan pH pada kisaran 4-7. Pada habitat aslinya, makanan utama ikan ramirezi berupa cacing, larva serangga, dan substrat tumbuhan air. Ikan ramirezi termasuk dalam ikan yang teritorial, sehingga membutuhkan volume air yang cukup untuk perkembangan yang lebih optimal. Namun, ikan ini tidak bersifat agresif berbeda dengan ikan cichlid lain (Dewantoro & Rachmatika, 2016). Ikan ramirezi termasuk dalam ikan yang mudah beradaptasi dalam lingkungan baru, sehingga banyak kolektor ikan hias yang memburu ikan tersebut untuk menikmati keindahannya.

2.1.4 Reproduksi

Ikan ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) merupakan ikan hias air tawar yang memiliki waktu matang gonad cukup lama, yaitu 5-6 bulan, dan pada spesies bolivian ram (*Mikrogeophagus altispinosa*) setelah umur 8-10 bulan (Burren, 2017).

Ikan ini termasuk ikan yang bersifat monogami, sehingga cenderung membentuk pasangan tetap dalam jangka waktu lama sepanjang hidupnya. Pada saat matang gonad, ikan jantan akan mendekati ikan betina untuk melakukan pemijahan. Ikan ini juga bersifat ovipar, yaitu ikan yang bereproduksi dengan cara bertelur. Ikan yang bersifat ovipar mengeluarkan ovum dari dalam tubuh induknya untuk dibuahi oleh sperma jantan di luar tubuh (Yuniar, 2017). Ovum tersebut dikeluarkan dari ovarium melalui oviduk dan dikeluarkan melalui organ reproduksi eksternal. Saat akan bertelur, ikan betina akan mencari tempat yang rimbun oleh tumbuhan air atau bebatuan di dasar air. Telur-telur hasil pemijahan ikan ramirezi umumnya diletakkan pada substrat kasar seperti batu datar, kayu apung, maupun daun dengan permukaan lebar dengan fekunditas telur berkisar antara 150-300 butir dalam sekali memijah dan akan menetas dalam waktu 60 jam (Dewantoro & Rachmatika, 2016). Dalam perawatan telur, ramirezi termasuk dalam jenis ikan biparental, dimana ikan jantan dan betina berbagi tanggung jawab dalam merawat telur yang telah dipijahkan hingga telur tersebut menetas (Abate & Noakes, 2021).

2.2 Determinasi dan Diferensiasi Kelamin

Determinasi kelamin adalah proses penentuan jenis kelamin suatu organisme yang ditentukan oleh seks kromosom. Secara genetik, jenis kelamin suatu individu telah ditetapkan pada awal pembuahan (*genetic sex determination*, GSD). Namun, faktor lingkungan dapat menentukan gonad dan dapat mengalahkan pengaruh faktor genetik (*environmental dependent sex determination*, ESD), sehingga penentuan jenis kelamin bergantung pada lingkungan (Nagahama, 2002). Beberapa faktor lingkungan yang memengaruhi ESD yaitu temperatur, tingkah laku ikan, salinitas, cahaya, kualitas air, pH, dan nutrisi yang diberikan. Penentuan jenis kelamin merupakan parameter utama yang memengaruhi proses diferensiasi kelamin untuk menyimpulkan apakah jenis kelamin telah ditentukan ke arah jantan atau betina.

Diferensiasi kelamin adalah mekanisme labil dalam perubahan jenis kelamin dari betina ke jantan atau sebaliknya yang dipengaruhi oleh faktor internal (genetik), eksternal (lingkungan), maupun interaksi antara keduanya (Devlin & Nagahama, 2002). Menurut Piferrer (2001), diferensiasi kelamin bertanggung jawab atas perkembangan gonad, testis, dan ovarium. Ikan berjenis *gonochorisme* seperti *rainbow trout*, *chum salmon*, dan ikan medaka, memiliki mekanisme diferensiasi kelamin terjadi secara langsung yaitu sudah terdapat sel benih jantan ataupun betina sebelum gonad berdiferensiasi (Yamazaki, 1982), sehingga gonad akan berkembang menjadi jantan ataupun betina secara alami. Namun, teknik pengarahannya dapat menghasilkan gonad menjadi monoseks jantan ataupun betina normal.

Umumnya, ciri tubuh dari jenis kelamin ikan sesuai dengan genotipnya. Namun, adanya faktor eksternal seperti suhu dan salinitas dan juga faktor pemberian hormon steroid sintetik dapat menyebabkan terjadinya penyimpangan fenotip ikan sehingga tidak sesuai dengan genotipnya. Suhu tinggi dapat menyebabkan gonad ikan berkembang menjadi ovarium, suhu rendah akan menyebabkan gonad berkembang menjadi testis. Adapun pada saat salinitas rendah, gonad ikan akan dominan jantan (Brusle, 1983). Penyimpangan yang disebabkan oleh hormon steroid umumnya akan mengubah kelamin ikan apabila diberikan pada fase labil. Menurut Bardhan *et al.* (2021), fase labil ikan nila merah terjadi pada rentang waktu determinasi kelamin, yaitu hingga 30 hari pasca menetas.

2.3 Sex Reversal

Sex reversal merupakan salah satu teknologi perikanan yang mampu mengarahkan jenis kelamin ikan menjadi jantan ataupun betina. Pengaplikasian *sex reversal* pada ikan mampu merubah fenotip ikan, namun tidak merubah genotipnya. Populasi monoseks memberikan keuntungan seperti laju pertumbuhan ikan menjadi seragam, mengurangi terjadinya pemijahan liar, serta memberikan tampilan yang lebih baik. Produksi monoseks jantan dapat dilakukan secara langsung dengan menggunakan hormon, serta secara tidak langsung atau dengan rekayasa kromosom (Ayuningtyas *et al.*, 2015). Terdapat dua teknik *sex reversal* yang diterapkan

di Indonesia, antara lain yaitu maskulinisasi untuk menghasilkan jantan, sedangkan feminimisasi untuk menghasilkan betina (Mahadinata, 2022). Umumnya, ikan hias menggunakan teknik maskulinisasi untuk menghasilkan persentase jantan lebih banyak dari betina. Hal ini karena ikan hias jantan memiliki estetika dan nilai ekonomis lebih tinggi dari pada ikan betina. *Sex reversal* efektif digunakan pada larva ikan dengan gonad yang belum berdiferensiasi secara jelas, sehingga gonad akan lebih mudah dilakukan pengarahannya sesuai dengan tujuan.

Keberhasilan dalam melakukan teknik *sex reversal* dipengaruhi oleh beberapa faktor pendukung, di antaranya yaitu metode pemberian hormon yang diterapkan, dosis hormon, lama perlakuan, umur ikan, jenis ikan yang digunakan, serta suhu air selama perlakuan berlangsung (Mardiana, 2009). *Sex reversal* pada ikan hias, umumnya menggunakan hormon steroid sintetik untuk memanipulasi gonad ikan agar menghasilkan monoseks jantan. Manipulasi hormon dalam teknik ini dapat melalui perendaman, penyuntikan, maupun secara oral dengan pemberian pakan (Emilda, 2015). Pemberian hormon dengan metode perendaman (*dipping*) lebih efisien dari metode lain karena dosis yang diberikan relatif kecil dan waktu kontakannya lebih singkat, walaupun tingkat keberhasilan merubah kelamin jantan di bawah 96% (Rosmaidar *et al.*, 2014). Namun, dalam metode perendaman dosis dan lama waktu perlu diperhatikan agar tidak menyebabkan mortalitas tinggi dan tidak menyebabkan paradoksial bagi ikan uji.

2.4 Hormon Steroid

Steroid merupakan asam lemak yang berupa hormon turunan kolesterol (Samejo *et al.*, 2013). Hormon tersebut cukup penting dalam tubuh karena dapat dimanfaatkan sebagai sumber arodisiaka alami, peningkatan vitalis, dan pengarahannya sifat kelamin (*sex reversal*). Menurut Burhanuddin (2014), senyawa steroid terbentuk dalam kelenjar mesodermal berupa gonad dan jaringan internal. Hormon esterogen dan androgen merupakan hormon steroid yang terbentuk dalam gonad. Hormon esterogen berfungsi dalam mengatur pertumbuhan dan perkembangan sistem genital betina serta mengatur sifat seksual sekunder. Adapun hormon androgen diperlukan dalam pertumbuhan diferensiasi, dan fungsinya dalam saluran

genital jantan, organ kopulasi, serta tingkah laku seksual dan pemijahan. Selain itu, hormon adrenocortisteroid yang terbentuk dalam jaringan internal (*adrenal cortex*) memiliki fungsi dalam mengontrol proses difusi. Dalam bidang industri perikanan, hormon steroid yang umum digunakan adalah hormon steroid sintetik (Nurilmala *et al.*, 2022).

2.5 Mekanisme Hormon Dalam Teknik *Sex Reversal*

Teknik *sex reversal* yang digunakan pada ikan umumnya menggunakan hormon steroid sintetik. Hormon yang digunakan menggunakan metode perendaman, penyuntikan, ataupun secara oral untuk dapat terserap dalam tubuh ikan. Hormon yang digunakan untuk mengarahkan jenis kelamin menjadi betina adalah estradiol, esterol, dan ethynil estradiol. Adapun hormon yang digunakan untuk mengarahkan jenis kelamin menjadi jantan adalah tetosteron, 17α -metiltetosteron, dan androstendion (Emilda, 2015).

Hormon 17α -metiltestosteron merupakan hormon sintesis yang dapat menyebabkan kerusakan hati pada hewan yang diberi perlakuan, namun aman digunakan jika diberikan dengan dosis yang tepat (Yustina *et al.*, 2012). Hal ini karena 17α -metiltestosteron mengandung hormon androgenik yang mampu mengarahkan dan memengaruhi sistem hormonal ikan, sehingga dapat mengarahkan kelamin menjadi jantan (Winardi *et al.*, 2021). Setiap ikan memiliki hormon androgen dan estrogen yang memiliki fungsi dalam penentuan jenis kelamin, bergantung pada jumlah hormon yang terdapat dalam tubuh ikan (Devlin & Nagahama, 2002). Hormon 17α -metiltestosteron bertujuan untuk menambah konsentrasi androgen sehingga akan menyebabkan ikan menjadi jantan secara fenotip (Wibowo *et al.*, 2019). Menurut Sumantadinata & Carman (1995), pemberian hormon steroid bertujuan untuk mengganggu keseimbangan hormonal di dalam darah pada saat diferensiasi kelamin, sehingga akan menentukan individu tertentu akan berkembang ke arah jantan ataupun betina.

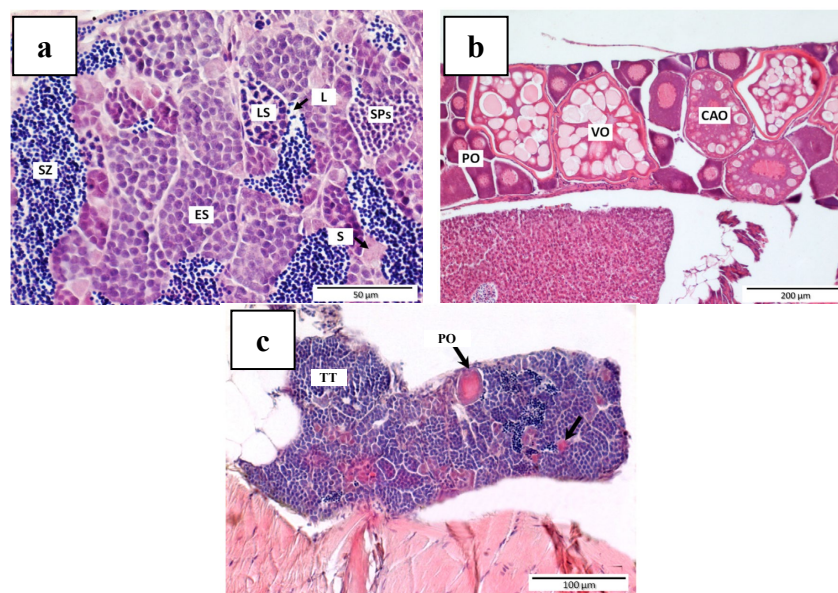
Mekanisme masuknya hormon ke dalam tubuh ikan melalui metode perendaman adalah hormon masuk mengalir langsung melalui darah menuju ke hati,

selanjutnya ke seluruh tubuh dan menuju organ target, seperti pada ikan jantan langsung menuju ke testis, sedangkan ikan betina langsung menuju ovarium (Himawan *et al.*, 2018). Hal ini didukung oleh Irmasari *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa masuknya hormon ke dalam tubuh larva diduga melalui proses difusi, dimana konsentrasi hormon dalam media pemeliharaan lebih tinggi dari konsentrasi hormon di dalam tubuh larva itu sendiri, sehingga hormon di dalam media masuk secara difusi ke dalam tubuh. Menurut Rosmaidar *et al.* (2014), pemberian dosis yang terlalu rendah menyebabkan proses perubahan kelamin menunjukkan hasil yang kurang sempurna, sedangkan pemberian dosis yang tinggi menyebabkan efek kebalikan dari individu yang diharapkan (Yamazaki, 1983). Penggunaan dosis biasanya dikaitkan dengan lama perlakuan dan jenis ikan yang digunakan. Menurut Iryanto *et al.* (2021), apabila menggunakan metode perendaman yang terlalu lama, maka akan bersifat paradoksial, sehingga hasil yang diperoleh bukan meningkatkan jumlah kelamin jantan, namun meningkatkan jumlah ikan betina.

2.6 Histologi Gonad

Histologi merupakan bidang ilmu biologi yang mempelajari pemeriksaan mikroskopis struktur jaringan yang diwarnai tipis untuk dilihat strukturnya secara detail dan menghubungkannya dengan fungsinya (Geten *et al.*, 2009). Dalam bidang perikanan, pengamatan histologi penting dilakukan untuk mengamati perkembangan dan perubahan dari organ, jaringan, maupun sel ikan (Mujimin & Suratmi, 2013). Pada teknik *sex reversal*, pemeriksaan histologi gonad ikan perlu dilakukan untuk mengetahui perkembangan gonad ikan berada pada fase betina, jantan, ataupun interseks. Pewarnaan yang umum digunakan pada pembuatan histologi gonad adalah *hematoxylin eosin* (HE) dan asetokarmin. Pewarnaan asetokarmin umumnya dilakukan untuk mencari data awal dalam suatu penelitian, hal ini karena asetokarmin dapat mewarnai jaringan dengan merah terang secara tidak mendetail (Rusydia, 2017). Adapun pewarnaan HE dapat menghasilkan hasil yang lebih jelas daripada pewarnaan asetokarmin. Hal ini karena HE dapat berubah warna menjadi biru atau ungu jika menempel pada inti sel dan berubah warna menjadi merah muda atau merah jika menempel pada jaringan ikat atau protein (Putri & Sofyanita, 2023).

Berdasarkan penampang histologi *zebrafish* berumur 30 hari dengan pewarnaan *hematoxylin eosin* (HE), menurut Luzio *et al.* (2016), pada gonad jantan spermatozoa, early spermatocytes, late spermatocytes, lumen, spermatogonia, dan spermatids, yang berarti tingkat kematangan gonad ikan berada pada fase maturasi (Gambar 3.a). Sedangkan gonad betina terdiri dari primary oocyt, vitellogenic oocyte, cortical alveolar oocyt, yang berarti ikan betina berada pada fase vitellogenesis (Gambar 3.b). Selain itu, jenis kelamin yang dapat terlihat pada histologi gonad adalah jenis ikan interseks. Menurut Naisya *et al.* (2022), ikan interseks merupakan ikan yang memiliki kelamin dimana satu sel gonad memiliki bakal sperma dan sel telur secara bersamaan. Seperti pada penelitian Luzio *et al.* (2016), struktur gonad interseks yang ditemukan terdiri dari testicular tissue dan primary oocyte (Gambar 3.c).

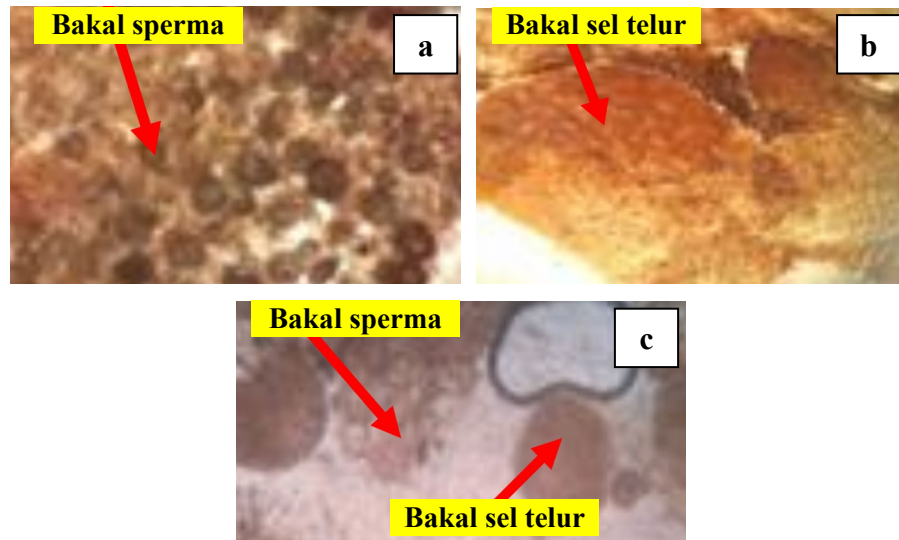


Keterangan : (a) Histologi gonad jantan (spermatozoa (SZ), early spermatocytes (ES), late spermatocytes (LS), lumen (L), spermatogonia (S), spermatids (SPs)); (b) Histologi gonad betina (primary oocyt (PO), vitellogenic oocyte (VO), cortical alveolar oocyt (CAO)); (c) Histologi gonad interseks (testicular tissue (TT), primary oocyte (PO))

Gambar 3. Penampang histologi gonad dengan pewarnaan *hematoxylin eosin*
 Sumber : Luzio *et al.* (2016)

Berdasarkan penampang histologi ikan cupang (*Betta sp*) dengan pewarnaan asetokarmin menurut Yusuf *et al.* (2023), ikan jantan terlihat memiliki struktur gonad berbentuk titik-titik besar dan kecil (bakal sel sperma) (Gambar 4.a), se-

dangkan ikan betina memiliki struktur gonad berbentuk bulatan besar (bakal sel telur) (Gambar 4.b), dan pada ikan interseks terdapat bakal sperma dan bakal sel telur dalam satu sel gonad (Gambar 4.c).



Keterangan : (a) Histologi gonad jantan; (b) Histologi gonad betina; (c) Histologi gonad *intersex*

Gambar 4. Penampang histologi gonad dengan pewarnaan asetokarmin

Sumber : Yusuf *et al.* (2023)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan pada bulan 16 Oktober 2023 - 4 Januari 2024, bertempat di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian

No	Nama alat	Spesifikasi	Kegunaan
1	Akuarium	40x30x30 cm ³	Sebagai wadah pemeliharaan.
2	Instalasi aerasi	Selang dan batu aerasi	Penyuplai oksigen.
3	Filter biofoam	Dacron	Memfilter air.
4	Toples	Volume 5L	Sebagai wadah perendaman.
5	Selang	5/8 inci	Mengalirkan air.
6	Selang sifon	1/2 inci	Membersihkan akuarium.
7	Lampu pijar	5 watt	Meningkatkan suhu air.
8	DO meter	DO-5510	Mengukur oksigen terlarut.
9	pH meter	EZ-9908	Mengukur kualitas air.
10	<i>Scoopnet</i>	10 cm	Mengambil sampel.
11	Blower	Power 120 watt	Sebagai sumber oksigen.
12	Penggaris	30 cm	Pengukur panjang ikan.
13	Alat bedah	1 set	Mencacah gonad.
14	Timbangan digital	500 g	Menimbang bobot ikan uji.
15	Mikroskop	Leica EC3	Mengamati histologi gonad.
16	Kaca preparat	25,4 x 76,2 mm	Meletakkan sediaan objek.
17	<i>Cover glass</i>	22 x 22 mm	Melindungi objek preparate.
18	Botol sampel	Volume 15 mL	Menyimpan sampel gonad.
20	<i>Cool box</i>	6S <i>Lion Star</i>	Wadah penyimpanan sampel.
21	Pipet tetes	1 mL	Memberikan pakan.

Tabel 1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian (lanjutan)

No	Nama alat	Spesifikasi	Kegunaan
22	Kertas label	1 set	Sebagai penanda perlakuan.
23	Alat tulis	Pena dan buku	Mencatat hasil data.
24	Kamera	<i>Handphone</i>	Mendokumentasikan kegiatan.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Nama bahan	Spesifikasi	Kegunaan
1	Larva ramirezi	Usia 9 hari	Sebagai ikan uji.
2	Hormon sintetik	17 α -Metiltestosteron	Sebagai hormon steroid.
3	Alkohol	Kadar 70%	Sebagai larutan pengawet.
4	Alkohol	Kadar 96%	Sebagai pelarut hormon.
5	<i>Buffer neutral formalin</i> (BNF)	Kadar 10%	Sebagai larutan fiksasi.
6	Desinfektan	<i>Methylene blue</i>	Sebagai bahan desinfektan.
7	Pakan alami	Artemia dan cacing sutera	Sebagai sumber pakan alami.
8	Pakan komersil	<i>TetraBits</i>	Sebagai pakan buatan.
9	Larutan pewarna	Asetokarmin dan <i>Hematoxylin eosin</i>	Bahan pewarnaan histologi.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini disusun menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 perlakuan dan 3 kali ulangan sebagai berikut :

A : Pelakuan kontrol tanpa perendaman hormon 17 α -metiltestosteron

B : Perlakuan dengan lama perendaman 4 jam dalam 2 mg/L 17 α -metiltestosteron

C : Perlakuan dengan lama perendaman 8 jam dalam 2 mg/L 17 α -metiltestosteron

D : Perlakuan dengan lama perendaman 12 jam dalam 2 mg/L 17 α -metiltestosteron

Model rancangan acak lengkap yang digunakan sebagai berikut :

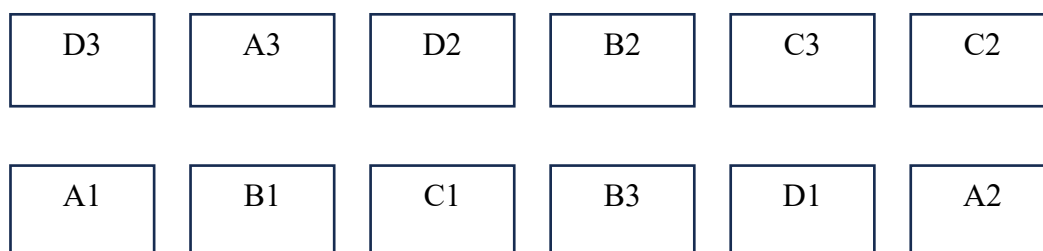
$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} : Data pengamatan perlakuan perendaman ke-i, ulangan ke-j

- μ : Nilai tengah umum
 τ : Pengaruh pemberian perlakuan perendaman ke-i
 ϵ_{ij} : Galat percobaan pada perlakuan perendaman ke-i
I : Perlakuan perendaman A,B,C,D
J : Ulangan 1,2,3

Berikut desain rancangan penelitian yang disajikan dalam gambar :



Keterangan :

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

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

C1,C2, dan C3 : Perlakuan C dan 1,2,3 merupakan ulangan

D1,D2, dan D3 : Perlakuan D dan 1,2,3 merupakan ulangan

Gambar 5. Tata letak wadah pemeliharaan

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Wadah

Wadah pemeliharaan yang digunakan berupa akuarium berukuran 40 x 30 x 30 cm³ sebanyak 12 unit. Wadah perendaman yang digunakan berupa toples berkapasitas 5 L. Sebelum digunakan, wadah dibersihkan terlebih dahulu menggunakan sabun dan dibilas dengan air bersih untuk menghilangkan sisa kotoran yang menempel dan untuk mencegah munculnya bibit penyakit. Kemudian, wadah dikeringkan selama satu hari dan dilakukan pengisian air dari tandon. Wadah pemeliharaan diisi air dengan volume 24 L kemudian diberi *methylene blue* sebanyak 1 mL, sedangkan wadah perendaman diisi air sebanyak 3 L. Setelah terisi, wadah pemeliharaan dilengkapi dengan filter biofoam untuk membersihkan kotoran dalam akuarium, instalasi aerasi untuk menyuplai oksigen, dan lampu pijar untuk menghangatkan air pemeliharaan, sedangkan wadah perendaman dilengkapi dengan instalasi aerasi.

3.4.2 Persiapan Ikan Uji dan Aklimatisasi

Ikan yang digunakan merupakan larva ikan ramirezi dengan varietas *blue ramirezi* berusia 12 hari yang berasal dari pembudi daya ikan hias Bogor. Sebelum diberi perlakuan, ikan diaklimatisasi terlebih dahulu agar dapat beradaptasi dengan lingkungan yang baru. Proses ini dilakukan dengan cara memelihara ikan terlebih dahulu selama tiga hari pada wadah akuarium pemeliharaan. Hal ini bertujuan agar ikan dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya. Ikan yang digunakan sebanyak 360 ekor yang terbagi dalam masing-masing akuarium sebanyak 30 ekor.

3.4.3 Perendaman Larva Ramirez

Perendaman larva menggunakan toples berkapasitas 5 L yang diisi air sebanyak 3 L sebanyak 9 unit yang dilengkapi dengan instalasi aerasi. Selanjutnya, dilakukan persiapan hormon dengan menimbang hormon 17α -metiltestosteron sebanyak 6 mg yang kemudian dilarutkan dalam 3 mL alkohol 96%. Lalu, hormon tersebut dimasukkan dalam air dan diaerasi selama 6 jam agar alkohol menguap sehingga tidak menyebabkan kematian pada ikan uji. Setelah itu, masing-masing wadah perendaman diisi larva ikan ramirezi berumur 12 hari sebanyak 30 ekor. Kemudian ikan direndam dengan lama waktu berbeda, yaitu tanpa perendaman (kontrol), 4 jam, 8 jam, dan 12 jam. Perendaman diulang sebanyak 3 kali, yaitu pada saat larva berusia 12, 19, dan 26 hari. Setelah dilakukan perlakuan, larva dipindahkan menggunakan *scoopnet* ke wadah pemeliharaan.

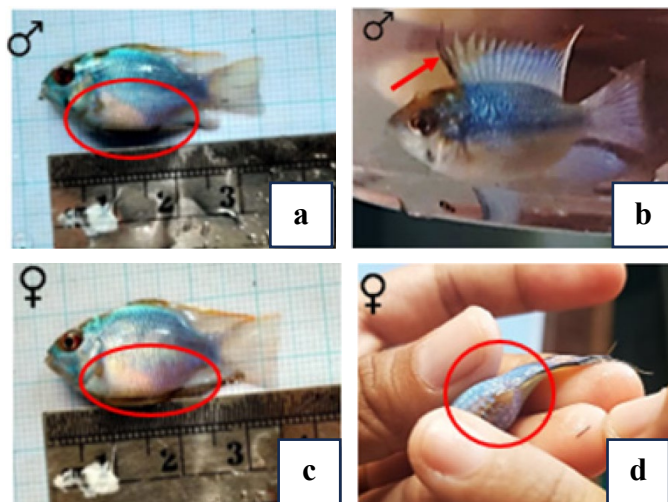
3.4.4 Pemeliharaan Larva Ramirez

Larva yang telah direndam sesuai perlakuan kemudian dipindahkan dalam wadah pemeliharaan dan dipelihara selama 80 hari. Selama waktu pemeliharaan, larva diberi pakan alami artemia dari awal pemeliharaan hingga 20 hari pemeliharaan, kemudian dilanjutkan dengan pakan *Tetra Bits* dan cacing sutera yang telah dihaluskan hingga 80 hari pemeliharaan. Pakan diberikan dengan frekuensi sebanyak 3 kali dalam sehari, yaitu pada pukul 07.00, 12.00, dan 17.00 WIB dengan metode *ad satiation* agar sesuai dengan kemampuan konsumsi ikan (Azizah *et al.*, 2023).

Untuk menjaga kualitas air tetap dalam keadaan optimum, dilakukan penyiponan secara rutin setiap seminggu dua kali yang dilakukan pada pagi hari.

3.4.5 Identifikasi Jenis Kelamin

Identifikasi jenis kelamin larva ikan ramirezi dilakukan dengan pengamatan fisik dan pengamatan gonad. Pengamatan fisik ikan dilakukan dengan mengamati ciri fisik pada tubuh ikan ramirezi. Ciri seksual dimorfisme ikan ramirezi menurut Azizah *et al.* (2023), ramirezi jantan memiliki tubuh dan perut yang berwarna lebih biru dari ikan betina (Gambar 3.a), serta memiliki sirip punggung memanjang berwarna hitam (Gambar 3.b). Adapun ramirezi betina memiliki perut berwarna merah muda (Gambar 3.c), serta memiliki urogenital yang menonjol dan berwarna kuning (Gambar 3.d).



Gambar 6. Identifikasi ciri fisik ramirezi *Mikrogeophagus ramirezi*
Sumber : Azizah *et al.* (2023)

Pengamatan gonad dilakukan dengan pengamatan histologi menggunakan dua metode pewarnaan, yaitu *hematoxylin eosin* dan asetokarmin menggunakan mikroskop. Pada pewarnaan menggunakan *hematoxylin eosin*, diambil 2 ekor ikan untuk diamati histologinya pada akhir pemeliharaan. Sampel yang diambil adalah bagian *trunk* yang terdapat gonad, yaitu bagian tubuh ikan mulai dari operkulum hingga sirip anal. Sampling dimulai dengan menimbang dan mengukur tubuh ikan ramirezi, kemudian ikan tersebut dibius menggunakan minyak cengkeh. Setelah

itu, dilakukan pengambilan *trunk* ikan menggunakan pisau bedah. *Trunk* yang telah diambil dimasukkan dalam botol sampel yang telah diisi larutan fiksasi BNF 10%, kemudian setelah 24 jam larutan tersebut diganti dengan larutan alkohol 70%. Pembuatan preparat dilakukan di Laboratorium Kesehatan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Adapun pembuatan preparat dengan pewarnaan asetokarmin dilakukan dengan pengambilan gonad dari ikan yang tersisa sebanyak 5-17 ekor pada setiap perlakuan, kemudian gonad dicacah dan diberi larutan asetokarmin. Preparat diamati menggunakan mikroskop untuk diidentifikasi jenis kelaminnya secara keseluruhan pada akhir pemeliharaan.

3.5 Parameter Penelitian

3.5.1 Morfologi Gonad

Gonad ikan jantan dan betina dapat dibedakan secara morfologi. Gonad jantan secara morfologi dapat dilihat berdasarkan keberadaan bakal sel sperma yang memiliki spermatogonia, spermatosit, spermatid, dan spermatozoa, sedangkan pada gonad betina terdapat zona radiata, nukleus, oogonia, primary oosit, vitellogenin, dan mature oosit (Nagahama, 1983).

3.5.2 Persentase Ramirez Jantan

Persentase ikan jantan merupakan parameter utama yang menjadi indikator dalam keberhasilan *sex reversal*. Menurut Wibowo *et al.* (2019), untuk mengetahui persentase ikan jantan dapat dilakukan pada akhir pemeliharaan dengan persamaan berikut :

$$\% \text{ Jantan} = \frac{j}{T} \times 100\%$$

Keterangan :

% Jantan : Persentase ikan jantan (%)

j : Jumlah individu ikan jantan (ekor)

T : Jumlah individu yang diperiksa (ekor)

3.5.3 Pertumbuhan Panjang Mutlak

Panjang total merupakan jarak antara ujung terminal mulut hingga ujung sirip ekor, diukur dengan menggunakan penggaris. Pengukuran pertumbuhan panjang mutlak dilakukan pada saat awal dan akhir masa pemeliharaan. Menurut Winardi *et al.* (2021), Pertumbuhan panjang mutlak dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$L_m = L_t - L_o$$

Keterangan :

L_m : Pertumbuhan panjang mutlak (cm)

L_t : Panjang rerata ikan di akhir pemeliharaan (cm)

L_o : Panjang rerata ikan di awal pemeliharaan (cm)

3.5.4 Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pertumbuhan bobot mutlak dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan menggunakan timbangan digital. Menurut Azizah (2022), pertumbuhan bobot mutlak dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$W = W_t - W_o$$

Keterangan :

W : Pertumbuhan bobot mutlak (g)

W_t : Bobot rerata ikan di akhir pemeliharaan (g)

W_o : Bobot rerata ikan di awal pemeliharaan (g)

3.5.5 *Survival Rate*

Survival rate (SR) merupakan persentase tingkat kelangsungan hidup ikan hidup pada akhir pemeliharaan terhadap jumlah total ikan di awal pemeliharaan. Menurut Nazar *et al.* (2017), untuk mengetahui tingkat kelangsungan hidup ikan dapat menggunakan persamaan berikut:

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan :

SR : *Survival rate* (%)

N_t : Jumlah individu pada akhir pemeliharaan (ekor)

N_o : Jumlah individu pada awal pemeliharaan (ekor)

3.5.6 Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan 2 kali, yaitu pada awal (H_0) dan akhir pemeliharaan (H_{80}) yang dilaksanakan pada sore hari. Sampling kualitas air yang dilakukan meliputi suhu, DO (*dissolved oksigen*), dan pH (derajat keasaman).

3.6 Analisis Data

Data yang didapat dari hasil penelitian ditabulasi menggunakan program Microsoft Excel dan dianalisis menggunakan program SPSS 25.0. Data persentase ikan jantan dianalisis menggunakan sidik ragam (Anova). Apabila terdapat pengaruh yang berbeda nyata, maka dapat dilanjutkan dengan uji Duncan dengan tingkat kepercayaan 95% untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan yang digunakan. Adapun pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan bobot mutlak, dan *survival rate* (SR) dianalisis menggunakan uji non-parametrik Kruskal-Wallis. Apabila terdapat pengaruh yang berbeda nyata, maka dapat dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney. Data morfologi ikan, morfologi gonad, dan kualitas air dianalisis secara deskriptif.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa belum dapat ditentukan lama waktu perendaman yang efektif bagi ikan ramirezi dalam hormon 17α -metilttestosteron untuk meningkatkan rasio jantan dengan teknik *sex reversal*, meningkatkan pertumbuhan panjang dan bobot mutlak, serta meningkatkan *survival rate* ikan ramirezi .

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai lama waktu perendaman dengan waktu kisaran 1-4 jam untuk dapat meningkatkan persentase jantan ikan ramirezi.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abate, M.E., & Noakes, D.L.G. 2021. *The Behavior, Ecology and Evolution of Cichlid Fishes*. Springer. Corvallis. 832 hlm.
- Afpriyaningrum, M.D., Soelistyowati, D.T., Alimudddin, Zairin, M., Setiawati, M., & Hardiantho. 2016. Maskulinisasi ikan nila melalui perendaman larva pada suhu 36°C dan kadar residu 17 α -metiltestosteron dalam tubuh ikan. *Jurnal Omni Akuatika*, 13(3):106-113.
- 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.
- Ariyanto, D., Sumantadinata, K., & Sudrajat, A.O. 2010. Diferensiasi kelamin tiga genotype ikan nila yang diberi bahan aromatase *inhibitor*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 5(2):165-174.
- Ayuningtyas, S.Q., Zairin, M., & Soelistyowati, D.T. 2015. Alih kelamin jantan ikan nila menggunakan 17 α -metiltestosteron melalui pakan dan peningkatan suhu. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 14(2):159-163.
- Aryoputro, V.M., & Danakusumah, E. 2018. Efektivitas perendaman induk ikan guppy (*Poecilia reticulata*) bunting dengan berbagai bahan, ekstrak cabe jawa (*Piper retrofractum Vahl*), larutan 17 α -metiltestosteron dan purwo-ceng. *Jurnal Satya Minabahari*, 4(1):1-15.
- Azizah. 2022. *Performa Pertumbuhan dan Maturase Gonad Ramirezii Mikrogeophagus ramirezi (Myers & Harry, 1948) Dengan Pakan Berbeda*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 45 hlm.
- Azizah., 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.
- Bangerter, D.L. 2007. *Freshwater Tropical Aquarium Fish: Cichlids*. Doctors Foster and Smith. Morristown. 79 hlm.

- Bardhan, A., Sau, S.K., Khatua, S., Bera, M., & Paul, B.N. 2021. A review on the production and culture techniques of monosex tilapia. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 10(1):565-577.
- 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*, 3(1):75-79.
- Burhanuddin, A.I. 2014. *Ikhtiologi, Ikan dan Segala Aspek Kehidupannya*. Deepublish. Sleman. 430 hlm.
- Burres, E.D. 2017. Breeding *Mikrogeophagus altispinosus*, bolivian ram. *Aquatica*, 31(2):5-9.
- Bustaman, W.J., Arisandi, A., & Abida, I.W. 2009. Efektivitas hormon 17α -metil-testosteron untuk memanipulasi kelamin ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada pemeliharaan salinitas yang berbeda. *Jurnal Kelautan*, 2(1):57-65.
- Brusle, S. 1983. Contribution to the sexuality of a hermaphroditic teleost, *Serranus hepatus* L. *Fish Biology Journal*, 22:283-29.
- Cahyanti, Y., & Awalina, I. 2022. Studi literatur : pengaruh suhu terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 2(4):224-23.
- 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.
- Dewantoro, G.W., & Rachmatika, I. 2016. *Jenis Ikan Introduksi dan Invasif Asing di Indonesia*. LIPI Press. Jakarta. 192 hlm.
- Effendi, I., Bugri, H.J., & Widanarni. 2006. Pengaruh padat penebaran terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan gurami *Osporonemus gourami* Lac. Ukuran 2 cm. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 5(2):127-135.
- Emilda. 2015. Pemanfaatan ekstrak steroid asal jeroan teripang untuk *sex reversal* pada ikan gapi. *Faktor Exacta*, 5(4):336-349.
- Finanta, A., Paryono, & Mukhlis, A. 2020. Pengaruh durasi perendaman ikan guppy (*Poecilia raticulata*) dalam air kelapa (*Cocos nucifera* L) terhadap efektivitas maskulinisasi. *Jurnal Perikanan*, 10(2):175-182.
- Francisca, N.E., & Muhsoni, F.F. 2021. Laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada salinitas yang berbeda. *Jurnal Juvenil*, 2(3):166-175.

- Fu, S.Y., Jiang, J.H., Yang, W.X., & Zhu, J.Q. 2016. A histological study of testis development and ultrastructural features of spermatogenesis in cultured *Acrossocheilus fasciatus*. *Tissue and Cell Journal*, 48(1):49-62.
- Geten, F., Terwinghe, E., & Danguy, A. 2009. *Atlas of Fish Histology*. Science publishers. Belgium. 219 hlm.
- Haryani, G.S., & Sulawesty, F. 2003. Efek hormon 17α -metiltestosteron terhadap pertumbuhan ikan Pelangi irian (*Melanotaenia boesmani*). *Jurnal Ikhtologi Indonesia*, 3(1):1-4.
- Himawan, A., Hastuti, S., & Yuniarti, T. 2018. Keberhasilan jantenisasi ikan rainbow (*Melanotaenia* sp.) dengan stadia yang berbeda melalui perendaman tepung testis sapi. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 7(1)28-37.
- Herjayanto, M., Carman, O., & Soelistyowati, D. 2019. Maskulinisasi ikan pelangi *Iriatherina werner* Meinken, 1974 menggunakan hormon 17α -metiltestosteron melalui perendaman embrio. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 4(2):31-37.
- Irmasari, Iskandar, & 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.
- 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.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2023. *Pengolahan Data Produksi Kelautan Dan Perikanan*. <https://statistik.kkp.go.id>. Diakses pada 4 September 2023.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2024. *Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 1/PERMEN-KP/2019 Tentang Obat Ikan*. <https://jdih.kkp.go.id>. Diakses pada 28 Juli 2024.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2024. *Perairan Pemerintah (PP) Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. <https://ppkl.melhk.go.id>. Diakses pada 9 Juni 2024.
- Lestari, D.F., & Syukriah. 2020. Manajemen stress pada ikan untuk akuakultur berkelanjutan. *Jurnal Ahli Muda Indonesia*, 1(1):96-105.

- Luzio, A., Monteiro, S.M., Rocha, E., & Fernandes, A.A.F. 2016. Development and recovery of histopathological alterations in the gonads of zebrafish (*Danio rerio*) after single and combined exposure to endocrine disruptors (17 α -ethinylestradiol and fadrozole). *Journal Aquatic Toxicology*, 175(1): 90-105.
- Mahadinata, M. 2022. *Maskulinisasi Gupi Poecilia reticulata (Peters, 1859) Dengan Ekstrak Tribulus terrestris (Linnaeus, 1753) Melalui Perendaman Induk Betina Bunting*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 38 hlm.
- Mardiana, T.Y. 2009. Teknologi pengarahan kelamin ikan menggunakan madu. *PENA Akuatika*, 1(1):37-43.
- Mujimin, & Suratmi, S. 2013. Teknik mencampur larutan fiksasi untuk histologi. *Buletin Teknik Likayasa Akuakultur*, 11(2):137-140.
- Myers, G.S., & Harry, R.R. 1948. The ramirezi dwarf cichlid identified. *The Aquarium*, 17(4):77.
- Myers, P. R., Espinosa, C.S., Parr, T., Jones, G.S., Hammond, T. A., & Dewey. 2023. *Mikrogeophagus ramirezi butterfly cichlid (Also: Dwarf cichlid; Ram; Ram cichlid)*. <https://animaldiversity.org>. Diakses pada 4 September 2023.
- Naisya, Z., Dewantoro, E., & Lestari, T.P. 2022. Proporsi kelamin jantan ikan guppy (*Poecilia reticulata*) dengan perendaman ekstrak batang pasak bumi (*Eurycoma longifolia*). *Jurnal Ruaya*, 10(2):131-139.
- Nagahama, Y. 1983. The functional morphology of teleost gonad. *Fish Physiology*, 9(1):223-275.
- Nagahama, Y. 2002. Ontogeny and plasticity of sex determination gonadal differentiation in fishes. *Biology of Reproduction*, 66(1):75-76.
- Nazar, D.A.P., Basuki, F., & Yuniarti, T. 2017. Pengaruh lama waktu perendaman embrio dalam propolis terhadap maskulinisasi ikan cupang (*Betta splendens*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(4):58-66.
- Nurilmala, M., Jacob, A.M., Sinaga, Y., Sudrajat, A.O., Budiardi, T., Wahju, R.I., Kamal, M.K., Affandi, R., & Pertiwi, R.M. 2022. Karakteristik protein dan struktur jaringan serta steroid ikan sidat (*Anguilla bicolor bicolor*) berdasarkan lokasi daging berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(1):97-106.
- Piferrer, F. 2001. Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish. *Aquaculture*, 197(1):229-281.

- Putri, R.D., & Sofyanita, E.N. 2023. Perbedaan hasil pewarnaan *hematoxylin eosin* (HE) pada histologi kolon mencit (*Mus musculus*) berdasarkan ketebalan pemotongan mikrotom 3,6 dan 9 μm . *Jurnal Labora Medika*, 7 (1):31-38.
- Rosmaidar, Aliza, D., & Ramadhanita, J. 2014. Pengaruh lama perendaman dalam hormon metil testosterone alami terhadap pembentukan kelamin jantan larva ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Medika Veterinaria*, 8(2):152-155.
- Rohmaniah, H., Syaputra, D., & Syarif, A.F. 2019. Maskulinisasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menggunakan ekstrak cabe jawa (*Piper retrofractum*) melalui perendaman larva. *Journal of Aquatropica Asia*, 4(1):29-34.
- Rusydiana, R.G. 2017. Penentuan morfologi dan menghitung jumlah sel *spermatozoa* melalui zat warna asetokarmin sebagai pengganti zat warna Giemsa. *Jurnal Analsis Biologi*, 1(1):35-41.
- Safir, M., Ndobe, S., Madinawato, Mangitung, S.F., Serdiati, N., & Ryaldi, M. 2021. Pengaruh perendaman larva ikan *Pterapogon kauderni* dengan hormon 17α -Metiltestosteron menggunakan dosis yang berbeda terhadap rasio kelamin jantan. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(2):130-139.
- Salazar, M. 2022. *Mikrogeophagus ramirezi*, Ramirezi. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 3(1): 1-13.
- Samejo, M.Q., Memon, S., Bhangar, M.I., & Khan, K.M. 2013. Isolation and characterization of steroids from polygonoides. *Journal of Pharmacy Research*, 6(3):346-349.
- Sumantadinata, K., & Carman, O. 1995. Teknologi ginogenesis dan sex reversal dalam pemuliaan ikan. *Jurnal Gukuryoku*, 56(12):15-20.
- Syarifudin. 2016. *Pengaruh pH Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Biawan (Helostoma temmincki)*. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Pontianak. Pontianak. 52 hlm.
- Tao, W., Chen, J., Tan, D., Yang, J., Sun, L., Wei, J., Conte, M.A., Kocher, T.D., & Wang, D. 2018. Transcriptome display during tilapia sex determination and differentiation as revealed by RNA-Seq analysis. *Research Genomics Article*, 19(1):1-12.
- Wibowo, C.Y.S., Danakusumah, E., & Rahmatia, F. 2019. Jantanisasi ikan cupang (*Betta sp.*) dengan 17α -metil testosterone melalui perendaman larva. *Jurnal Satya Minabahari*, 4(2):80-93.

- Winardi, D., Syarif, A.F., & Robin, 2021. Maskulinisasi ikan guppy (*Poecilia reticulata*) menggunakan ekstrak daun mensirak (*Ilex cymose*) melalui perendaman induk bunting. *Jurnal Perikanan*, 11(2):232-242.
- Yamazaki, F. 1982. Sex control and manipulation in fish. *Journal Aquaculture*, 33(1):329-354.
- Yuniar, I. 2017. *Biologi Reproduksi*. Hang Tuah University Press. Surabaya. 138 hlm.
- Yustina., Arnentis., & Ariani, D. 2012. Efektivitas tepung teripang pasir (*Holothuria scabra*) terhadap maskulinisasi ikan cupang (*Betta splendens*). *Jurnal Biogenesis*, 9(1):37-44.
- Yusuf, N.S., Torang, I., & Nahwani. 2023. Maskulinisasi ikan cupang (*Betta Sp.*) melalui perendaman larva dengan ekstrak akar pasak bumi (*Eurycoma longifolia* Jack), propolis madu dan 17α -methyltestosterone. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 8(1):28-37.
- Zairin, J.M., Yuniarti, A., Dewi, R.R.S.P.S., & Sumantadinata. K. 2002. Pengaruh lama waktu perendaman induk di dalam larutan hormon 17α -metiltesteron terhadap nisbah kelamin anak ikan gapi, *Poecilia reticulata* Peters. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 1(1):31-35.