

**KAJIAN PERKEMBANGAN GONAD DAN INDEKS REPRODUKSI  
INDUK RAMIREZI *Mikrogeophagus ramirezi* (Myers & Harry, 1948)  
DENGAN PEMBERIAN KOMBINASI VITAMIN C DAN E PADA PAKAN**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**YUNI SULISTYAWATI  
1954111001**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## ABSTRACT

### THE STUDY OF GONAD DEVELOPMENT AND REPRODUCTION INDEX OF RAMIREZI *Microgeophagus ramirezi* (Myers & Harry, 1948) BY ADDING VITAMIN C AND E COMBINATION IN FEED

By

YUNI SULISTYAWATI

Ramirezi (*Microgeophagus ramirezi*) is an ornamental fish with good development prospects and high economic value. Problems in ramirezi fish reproduction are the long maturation time of fish for spawning and the inadequate quality and quantity of mature gonads that hamper the availability of fry on an ongoing basis. Providing vitamin C and E in the feed is one of the efforts to improve the gonad maturation performance of ramirezi fish. The objective of this study was to evaluate and determine the best dose of vitamin C, E, and their combination in feed on gonad development and reproductive index of male and female ramirezi broodstock. This study used a completely randomized design (CRD) consisting of 4 treatments and 3 replicates, with the addition of vitamin C at 375 mg/kg feed and vitamin E at 1,200 mg/kg feed. Treatment A (control), B (vitamin C), C (vitamin E), and D (vitamin C+E), for 45 days of maintenance. Parameters measured in this study were sperm motility, gonad maturity level, gonadosomatic index (GSI), egg diameter, and water quality. The results showed that the addition of vitamin E at a dose of 375 mg/kg feed (treatment C) in the feed can increase sperm motility up to 1,693 seconds.

Keywords: Gonadal maturity, motility, ramirezi, reproductive index, vitamin C  
vitamin E.

## ABSTRAK

### **KAJIAN PERKEMBANGAN GONAD DAN INDEKS REPRODUKSI INDUK RAMIREZI *Mikrogeophagus ramirezi* (Myers & Harry, 1948) DENGAN PEMBERIAN KOMBINASI VITAMIN C DAN E PADA PAKAN**

Oleh

**YUNI SULISTYAWATI**

Ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) merupakan ikan hias dengan prospek pengembangan cukup baik dan bernilai ekonomis tinggi. Permasalahan dalam reproduksi ikan ramirezi yaitu lama waktu maturasi ikan untuk memijah serta kualitas dan kuantitas gonad yang matang tidak memadai sehingga menghambat ketersediaan benih secara berkelanjutan. Pemberian vitamin C dan E pada pakan merupakan salah satu upaya meningkatkan performa pematangan gonad ikan ramirezi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dan menentukan dosis terbaik dari pemberian vitamin C, E, dan kombinasinya pada pakan terhadap perkembangan gonad dan indeks reproduksi induk ramirezi jantan dan betina. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan, dengan penambahan vitamin C dosis 375 mg/kg pakan dan vitamin E dosis 1.200 mg/kg pakan. Perlakuan A (kontrol), B (vitamin C), C (vitamin E), dan D (vitamin C+E), selama 45 hari pemeliharaan. Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah motilitas sperma, tingkat kematangan gonad (TKG), indeks kematangan gonad (IKG), diameter telur, dan kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan vitamin E dengan dosis 375 mg/kg pakan (perlakuan C) pada pakan dapat meningkatkan motilitas sperma hingga 1.693 detik.

Kata kunci: Indeks reproduksi, kematangan gonad, motilitas, ramirezi, vitamin C, vitamin E.

**KAJIAN PERKEMBANGAN GONAD DAN INDEKS REPRODUKSI  
INDUK RAMIREZI *Mikrogeophagus ramirezi* (Myers & Harry, 1948)  
DENGAN PEMBERIAN KOMBINASI VITAMIN C DAN E PADA PAKAN**

**Oleh**

**Yuni Sulistyawati**

**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  
2023**

Judul : **KAJIAN PERKEMBANGAN GONAD DAN INDEKS REPRODUKSI INDUK RAMIREZI *Mikrogeophagus ramirezi* (Myers & Harry, 1948) DENGAN PEMBERIAN KOMBINASI VITAMIN C DAN E PADA PAKAN**

Nama : **Yuni Sulistyawati**

NPM : **1954111001**

Jurusan/Program Studi : **Perikanan dan Ilmu Kelautan/Budidaya Perairan**

Fakultas : **Pertanian**

**Menyetujui**

**1. Komisi Pembimbing**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.**  
NIP. 19830923 200604 2 001

**Yeni Elisdiana., S.Pi. M.Si.**  
NIP. 19900318 201903 2 026

**2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan**

**Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si,**  
NIP. 19700815 199903 1 001

**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



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
NIP. 19611020198631002

Tanggal lulus ujian skripsi: **25 Juli 2023**

## 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 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, Oktober 2023

Yang membuat pernyataan



Yuni Sulistyawati

NPM. 1954111001

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, 17 Januari 2001 sebagai anak tunggal dari pasangan Bapak Herto Gubri dan Ibu Nismawati. Penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-Kanak (TK) Al-Kautsar Bandar Lampung (2005-2006) (2006-2007), Sekolah Dasar Al-Kautsar (2007-2013), Sekolah Menengah Pertama Santo Yosef Lahat (2013-2016), dan Sekolah Menengah Atas Santo Yosef Lahat (2016-2019) mengambil Jurusan IPA.

Pada tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi melalui Jalur Mandiri di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Selama masa studi penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Fisiologi Reproduksi Ikan. Penulis pernah mengikuti magang di BBPBL (Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung) pada tahun 2021. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Laboratorium Budidaya Perikanan, Universitas Lampung pada tahun 2022. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Korpri Jaya, Kecamatan Sukarame, Kota Bandar Lampung, periode Januari-Februari 2022. Penulis melakukan penelitian pada bulan Oktober-November 2022 di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, dengan judul “Kajian Perkembangan Gonad dan Indeks Reproduksi Induk *Ramirezi Mikrogeophagus ramirezi* (Myers & Harry, 1948) dengan Pemberian Kombinasi Vitamin C dan E pada Pakan” di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.



## **PERSEMBAHAN**

Dengan penuh rasa syukur rahmat dan hidayat Allah SWT, saya persembahkan skripsi ini untuk kedua orang tua saya, yaitu Bapak Herto Gubri dan Ibu Nismawati, yang sangat saya sayangi dan cintai, atas segala keikhlasan di setiap pengorbanan, dukungan dan doa yang tak terputus untuk anak perempuanmu ini sehingga dapat menyelesaikan studinya dan mendapatkan gelar sarjana

Sahabat-sahabat dan teman-temanku yang selalu memberikan semangat, dukungan dan doa untuk saya.

Almamaterku tercinta, Universitas Lampung

## **MOTO**

“Di balik setiap kesulitan pasti ada kemudahan”

(QS Al-Insyirah ayat 5)

“Tidak semua badai datang untuk mengganggu hidupmu. Beberapa datang untuk membersihkan jalanmu”

(KAI)

“*Long story short, I survived*”

(Taylor Swift)

## SANWACANA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulisan skripsi dengan judul “Kajian Perkembangan Gonad dan Indeks Reproduksi Induk Ramirez *Mikrogeophagus ramirezi* (Myers & Harry, 1948) dengan Pemberian Kombinasi Vitamin C dan E pada Pakan” ini dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Universitas Lampung.

Dalam proses penulisan skripsi ini terjadi banyak hambatan, baik yang datang dari luar dan dari dalam diri penulis. Penulisan skripsi ini pun tidak lepas dari bimbingan dan bantuan serta petunjuk dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih setulusnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., sebagai Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S. Pi., M.Si. sebagai Ketua Jurusan Perikanan, dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
3. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing Utama yang telah memberikan dukungannya selama perkuliahan dan penelitian ini, serta bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;
4. Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si. sebagai Pembimbing Kedua yang telah memberikan dukungan, bimbingan, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;
5. Ir. Siti Hudaidah, M.Sc. sebagai Penguji yang telah memberikan dukungan, bimbingan, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;

6. Seluruh dosen dan staf Jurusan Perikanan dan Kelautan yang penuh dedikasi dalam memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis, serta segala bantuan yang diberikan selama penulis menyelesaikan studi.
7. Kedua orang tua tercinta, papa dan mama, yang selalu memberikan doa, semangat, kasih sayang, dukungan serta motivasi yang luar biasa;
8. Teman seperjuangan, Niluh Ayu Nur Fitriah, Diana Natasya, Anjarwati, Rutmaida Boru Hombing, dan Meta Claudia Charity yang telah bersama-sama berjuang;
9. Bayu Adi Nugroho sebagai *support system* saya.
10. Keluarga besar Perikanan dan Kelautan 2019 yang telah memberikan kenangan selama masa perkuliahan;
11. Semua pihak secara langsung maupun tidak langsung yang telah banyak membantu selama pembuatan skripsi

Dalam penyelesaian skripsi ini penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan penulis. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Bandar Lampung, Oktober 2023

Penulis,

**Yuni Sulistyawati**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan .....	3
1.3 Manfaat .....	3
1.4 Kerangka Pikir .....	3
1.5 Hipotesis .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	8
2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ramirez ( <i>Mikrogeophagus ramirezi</i> ).....	8
2.2 Nutrisi Pakan Ikan.....	9
2.3 Vitamin C .....	10
2.4 Vitamin E .....	11
2.5 Reproduksi Ikan dan Faktor yang Memengaruhi.....	13
2.6 Oogenesis.....	15
2.7 Spermatogenesis .....	16
2.8 Steroidogenesis .....	17

<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	20
3.1 Waktu dan Tempat .....	20
3.2 Alat dan Bahan.....	20
3.3 Rancangan Penelitian.....	21
3.4 Prosedur Penelitian .....	23
3.4.1 Persiapan Pakan Perlakuan.....	23
3.4.2 Persiapan Wadah .....	23
3.4.3 Persiapan Ikan Uji dan Aklimatisasi .....	23
3.4.4 Pemeliharaan Ikan Uji .....	24
3.5 Pemijahan.....	25
3.5.1 Persiapan Wadah Pemijahan .....	25
3.5.2 Persiapan Substrat Pemijahan .....	25
3.5.3 Sampling induk.....	25
3.5.4 Pemijahan Induk.....	26
3.6 Parameter Penelitian .....	26
3.6.1 Indeks Reproduksi.....	26
3.6.2 Diameter Telur .....	28
3.6.3 Kualitas Air .....	28
3.7 Analisis data.....	29
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	30
4.1 Hasil .....	30
4.1.1 Indeks Reproduksi.....	30
4.1.2 Diameter Telur .....	34
4.1.3 Kualitas Air .....	34
4.2 Pembahasan.....	35
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b> .....	39
5.1 Simpulan .....	39
5.2 Saran .....	39

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>40</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>50</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tingkat kematangan gonad pada ikan betina secara histologis .....	14
2. Tingkat kematangan gonad pada ikan jantan secara histologis .....	14
3. Alat-alat yang digunakan selama penelitian .....	20
4. Bahan-bahan yang digunakan selama penelitian .....	21
5. Perlakuan dan rancangan penelitian .....	21
6. Kandungan gizi yang diberikan selama penelitian .....	24
7. Perbedaan morfologi ramirezi jantan dan betina .....	26
8. Perkembangan gonad induk ramirezi betina secara histologi.....	31
9. Perkembangan gonad induk ramirezi jantan secara histologi.....	32
10. Parameter kualitas air selama penelitian .....	35



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	5
2. Morfologi Ikan ramirezi ( <i>electric blue ram</i> ).....	9
3. Struktur kimia $\alpha$ -tocopherol.....	12
4. Skema tahapan perkembangan oosit dalam hubungannya dengan .....	16
5. Mekanisme hormonal via hipotalamus-hipofisa-gonad.....	17
6. Jalur steroidogenesis pada gonad ikan teleost .....	18
7. Tata letak wadah .....	22
8. Dimensi ukuran akuarium.....	23
9. Perbedaan morfologi ramirezi betina dan jantan .....	26
10. Motilitas sperma induk ramirezi jantan.....	30
11. Representatif TKG induk betina ikan ramirezi yang diberi .....	31
12. Representatif TKG induk jantan ikan ramirezi yang .....	32
13. Akumulasi indeks kematangan gonad induk ramirezi .....	33
14. Diameter telur ramirezi ( <i>Mikrogeophagus ramirezi</i> ).....	34
15. Alat dan Bahan.....	51
16. Pengambilan trunk .....	51
17. Pengukuran diameter telur ikan .....	51
18. Pengambilan telur ikan.....	51
19. Vitamin E ( <i>Ovagrow</i> ).....	51
20. Vitamin C (C IPI).....	51

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ikan ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) (Myers & Harry, 1948) merupakan ikan hias air tawar yang berasal dari Amerika Selatan, yaitu di sekitar Lembah Sungai Orinoco, di Ilanos Venezuela dan Kolombia (Dewantoro & Rachmatika, 2020). Ikan ini memiliki daya tarik, seperti ukurannya yang relatif kecil dengan maksimal panjang sekitar 4-6 cm dan memiliki warna menarik dengan variasi warna biru, hitam, kuning, dan merah (Budianto *et al.*, 2019). Berdasarkan daya tariknya, ramirezi memiliki prospek pengembangan dan nilai ekonomis yang tinggi karena banyak diminati oleh pencinta ikan hias di Indonesia. Berdasarkan data KKP (2018), produksi ramirezi mengalami peningkatan rata-rata jumlah produksi sebesar 31,1% yakni sebesar 81.284 ekor dalam setahun. Peningkatan kapasitas produksi ramirezi diproyeksikan akan terus meningkat menjadi 129.734 ekor pada tahun 2024 (KKP, 2019). Harga ramirezi di berbagai tempat bervariasi bergantung jenis ramirezi yang dipasarkan, secara umum berkisar Rp5.000,00-45.000,00/ekor, sedangkan di pasar internasional dapat mencapai 12-36 kali lipat dibandingkan dengan harga pasar lokal (Azizah, 2022). Berdasarkan ilustrasi ini, ramirezi merupakan salah satu komoditas ikan hias yang layak untuk dikembangkan.

Tingginya permintaan pasar terhadap ramirezi belum diimbangi dengan jumlah produksi yang dihasilkan oleh pembudi daya. Salah satu faktor pembatas utama dalam pengembangan budi daya ikan ini adalah frekuensi induk memijah rendah serta kualitas dan kuantitas induk matang gonad yang tidak memadai sehingga menghambat ketersediaan benih secara berkelanjutan. Secara biologis ramirezi

memiliki waktu maturase yang cukup lama, yaitu 5-6 bulan, dan pada spesies bolivian ram (*Mikrogeophagus altispinosa*) setelah umur 8-10 bulan (Burres, 2017). Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian untuk mempercepat proses pematangan gonad dalam mendukung penyediaan benih pada kegiatan budi daya.

Terdapat dua faktor yang memengaruhi keberhasilan reproduksi ikan, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal seperti perkembangan gonad dan perilaku seksual ikan, sedangkan faktor eksternal meliputi keberadaan lawan jenis, suhu, dan substrat (Hayati, 2019). Faktor-faktor tersebut akan direspon oleh ikan melalui pengaturan hormonal yang terhubung antara hipotalamus-pituitari-gonad dengan mekanismenya sebagai berikut: sinyal lingkungan akan diterima oleh sistem saraf pusat (otak) dan diteruskan ke hipotalamus. Hipotalamus merespons dengan melepaskan hormon *gonadotropin releasing hormone* (GnRH) dan dopamin (Peter & Yu, 1997; Yu *et al.*, 1997). Dopamin yang bekerja pada kelenjar hipofisis akan menghambat GnRH. Kemudian, hormon gonadotropin *follicle stimulating hormone* (FSH) dan *luteinizing hormone* (LH) dilepaskan ke aliran darah untuk bekerja pada gonad. FSH dan LH merangsang hormon steroid (androgen, estrogen, dan progesteron), yang merupakan pengatur utama fisiologi reproduksi (Mylonas *et al.*, 2010). Selain beberapa faktor tersebut, faktor lain yang berperan penting dalam keberhasilan reproduksi dan kelangsungan hidup benih ikan yang dihasilkan yaitu nutrisi dalam pakan yang diberikan pada induk (Ibrahim *et al.*, 2020). Salah satu nutrisi yang dapat ditambahkan pada pakan dalam membantu kinerja reproduksi ikan yaitu vitamin, terutama vitamin C dan E.

Menurut Melissa *et al.* (2020), salah satu mikro nutrisi yang diperlukan oleh induk dalam menunjang proses reproduksi yaitu vitamin C. Khaidir (2001), menyatakan vitamin C mempunyai peranan penting menjaga nutrisi sebagai sumber energi yang dibutuhkan untuk reproduksi. Pada proses vitellogenesis vitamin C memainkan peranan penting dalam reaksi hidrosolasi biosintesis hormon steroid dan juga berfungsi sebagai antioksidan (Anwar, 2018). Beberapa penelitian tentang vitamin C telah dilakukan, salah satunya pada ikan mas dengan penambahan vitamin C sebesar 1.200 mg/kg pada pakan dapat meningkatkan persentase daya

tetas telur sebesar 74% serta lama waktu ketahanan hidup larva 96% dalam 7 hari (Anwar, 2018). Penambahan vitamin C dengan dosis 150 mg/kg berpengaruh meningkatkan daya tetas telur sebesar 86% dan kelangsungan hidup sebesar 77% pada ikan papuyu (Ansyari, 2022).

Di samping itu, vitamin E diketahui dapat meningkatkan reproduksi karena salah satu fungsi dari vitamin ini adalah sebagai antioksidan, terutama untuk melindungi asam lemak tidak jenuh pada fosfolipid dalam membran sel dan dapat menetralkan radikal bebas di dalam tubuh, sehingga vitamin ini akan dapat membantu penyerapan dan menjaga keberadaan asam lemak dalam tubuh. Vitamin E juga dapat melindungi lemak supaya tidak teroksidasi, misalnya lemak atau asam lemak yang terdapat pada membran sel, sehingga proses embriogenesis berjalan dengan normal dan hasil reproduksi dapat ditingkatkan (Syahrizal, 1998; Ngongo, 2019). Penelitian membuktikan bahwa penambahan vitamin E dalam pakan dapat meningkatkan kematangan gonad ikan. Pada penelitian Tarigan *et al.* (2021) menunjukkan bahwa penambahan vitamin E dalam pakan buatan (300 mg/kg pakan) memberikan pengaruh paling baik untuk meningkatkan kematangan gonad ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*).

Hasil penelitian Nurhayati *et al.* (2018) membuktikan bahwa penambahan vitamin E (0,06%) dalam ransum pakan dapat mempercepat tingkat kematangan gonad yang mampu meningkatkan nilai IKG (indeks kematangan gonad) sebesar 13%, fekunditas 72 butir dengan diameter telur berkisar antara 6-7 mm pada ikan cupang. Pada penelitian Auri (2022), menunjukkan penambahan vitamin E dalam pakan buatan (100 mg/kg) dapat meningkatkan nilai IHS (indeks hepar somatik), fekunditas, dan derajat penetasan telur pada induk nila GIFT betina. Iqlima (2021), juga menyatakan bahwa penambahan vitamin E dengan dosis 300 mg/kg pakan dapat menyebabkan motilitas sperma ikan nila GIFT jantan yang tertinggi. Upaya dalam mengetahui fungsi serta peranan vitamin C dan E pada proses pematangan gonad khususnya pada induk ramirezi, maka perlu dievaluasi kebutuhan vitamin C, E, dan kombinasinya dalam pakan untuk dapat meningkatkan

perkembangan gonad induk ramirezi sehingga performa reproduksi dapat ditingkatkan.

## 1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengevaluasi penambahan vitamin C, E, dan kombinasinya pada pakan terhadap perkembangan gonad dan indeks reproduksi induk ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) jantan dan betina.
2. Menentukan dosis terbaik dari penambahan vitamin C, E, dan kombinasi pada pakan terhadap perkembangan gonad dan indeks reproduksi induk ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*) jantan dan betina.

## 1.3 Manfaat

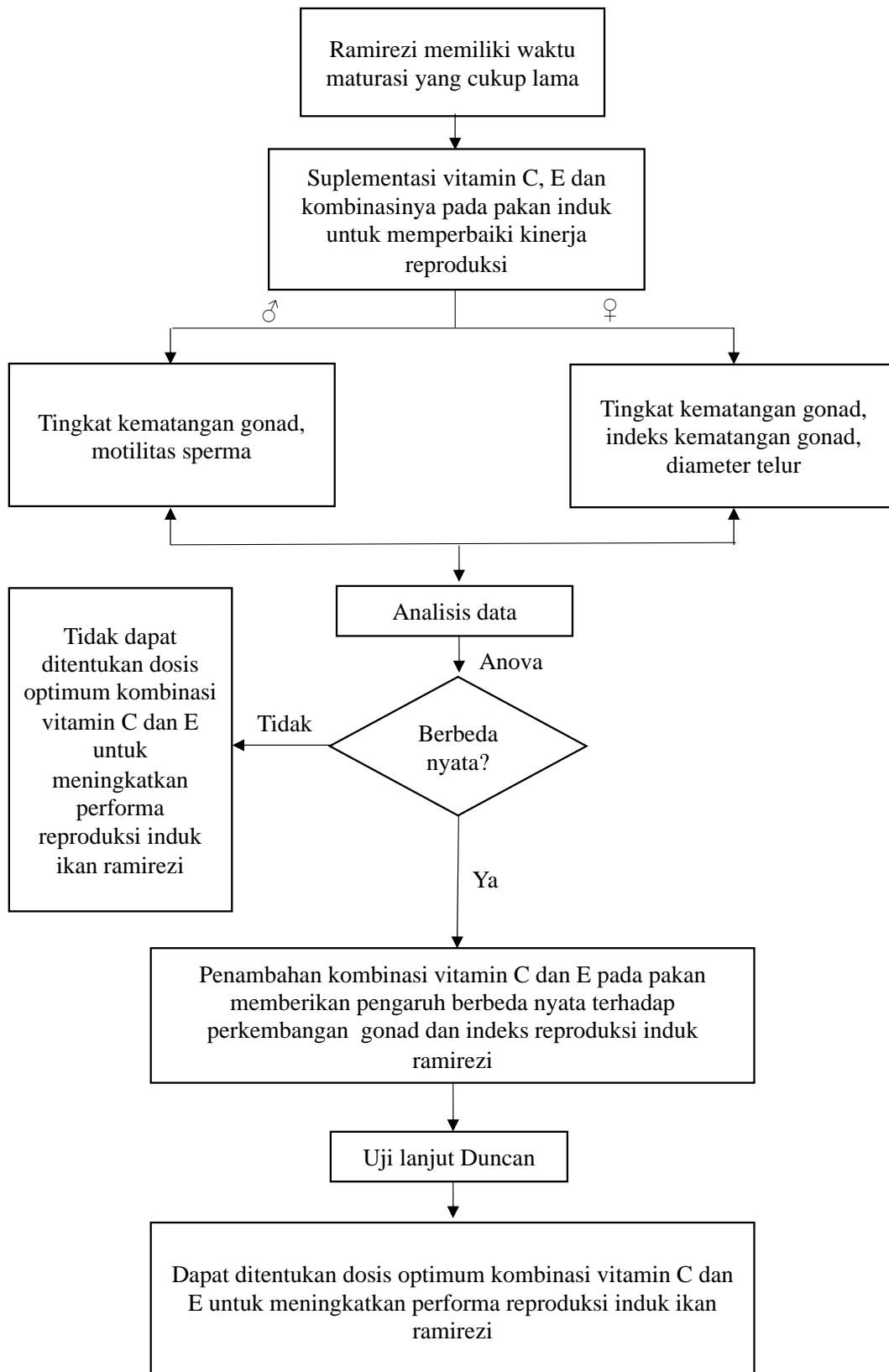
Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai informasi untuk masyarakat terkait pemberian vitamin C, E dan kombinasinya pada pakan terhadap perkembangan gonad dan indeks reproduksi induk ramirezi guna meningkatkan produksi ikan ramirezi.

## 1.4 Kerangka Pikir

Salah satu faktor pembatas dalam kegiatan budi daya ikan ramirezi yaitu kontinuitas benih. Untuk memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat, maka perlu dilakukan kontrol reproduksi induk ikan. Kontrol reproduksi dapat dilakukan dengan cara memperbaiki kinerja reproduksi, dengan melakukan perbaikan nutrisi pada pakan induk. Pakan induk tidak hanya berpengaruh pada kualitas telur dan sperma, tetapi juga terhadap mutu dan jumlah benih yang dihasilkan. Proses pematangan gonad pada induk membutuhkan zat-zat yang spesifik seperti vitamin C dan E dimana kedua vitamin ini berperan dalam mempercepat proses pematangan gonad dan meningkatkan kualitas sperma. Vitamin C merupakan mikro nutrien yang berguna untuk induk ikan dalam proses reproduksi. Selama pembentukan kuning telur, vitamin C berperan penting dalam hidroksilasi biosintesis hormon steroid dan juga berperan sebagai antioksidan. Kadar vitamin E yang optimal

dalam pakan juga diperlukan untuk meningkatkan kinerja reproduksi selama pematangan gonad.

Beberapa penelitian telah banyak dilakukan bahwa penambahan vitamin E pada ikan mampu meningkatkan performa reproduksi. Selama reproduksi vitamin E di dalam pakan akan berperan sebagai antioksidan untuk mempertahankan asam lemak dan oksidasi lemak. Sebagai antioksidan, vitamin E dapat melindungi vitamin A, vitamin C dan asam lemak tak jenuh yang tidak stabil dari oksidasi oleh oksigen, metabolisme, penimbunan dan penyimpanan dalam jaringan atau fungsi vitamin E yang dapat disebut juga sebagai pembersih radikal bebas. Saat ini studi dan informasi tentang pengaruh vitamin C, E, dan kombinasinya dalam optimalisasi pematangan gonad induk ramirezi belum ada, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai performa reproduksi induk ramirezi melalui penambahan vitamin C, E, dan kombinasinya pada pakan. Representasi skematis dari kerangka pikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

## 1.5 Hipotesis

Hipotesis yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

### a. Tingkat Kematangan Gonad

H0 : semua  $\tau_i = 0$  : Pemberian pakan dengan penambahan kombinasi vitamin C dan E memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap tingkat kematangan gonad induk ramirezi

H1 : minimal ada satu  $\tau_i \neq 0$  : Minimal ada satu pemberian kombinasi vitamin C dan E pada pakan yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tingkat kematangan gonad induk ramirezi.

### b. Indeks Kematangan Gonad

H0 : semua  $\tau_i = 0$  : Pemberian pakan dengan penambahan kombinasi vitamin C dan E memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap indeks kematangan gonad induk ramirezi

H1 : minimal ada satu  $\tau_i \neq 0$  : Minimal ada satu pemberian kombinasi vitamin C dan E pada pakan yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tingkat kematangan gonad induk ramirezi.

### c. Diameter telur

H0 : semua  $\tau_i = 0$  : Pemberian pakan dengan penambahan kombinasi vitamin C dan E memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap penambahan diameter telur ramirezi.

H1 : minimal ada satu  $\tau_i \neq 0$  : Minimal ada satu pemberian kombinasi vitamin C dan E pada pakan yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap penambahan diameter telur ramirezi.



d. Motilitas sperma

H<sub>0</sub> : semua  $\tau_i = 0$  : Pemberian pakan dengan penambahan kombinasi vitamin C dan E memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap motilitas sperma induk ramirezi jantan.

H<sub>1</sub> : minimal ada satu  $\tau_i \neq 0$  : Minimal ada satu pemberian kombinasi vitamin C dan E pada pakan yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap motilitas sperma induk ramirezi jantan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ramirez ( *Mikrogeophagus ramirezi* )

Ikan ramirezi mempunyai banyak nama di antaranya *ram*, *elektrik blue ram* (Gambar 2), *german blue ram*, *asian ram*, *butterfly cichlid*, *ramirez's*, *dwarf cichlid*, dan *dawrf butterfly cichlid*. Ikan ini berasal dari Sungai Orinoco dan alirannya di Venezuela dan Kolombia, tetapi dikembangkan di berbagai negara sebagai ikan hias sehingga mempunyai beberapa strain bergantung negara yang membudidayakannya. Ikan ini bersifat pendamai, walaupun masuk dalam kelompok ikan cichlid yang biasanya agresif (Kuncoro, 2011). Klasifikasi ramirezi menurut Myers *et al.* (2022) adalah sebagai berikut:

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

Menurut Myers & Harry (1948), karakter morfologi ramirezi jantan yang membedakan dengan ikan betina adalah ukuran tubuh lebih besar, pada bagian depan sirip punggung terdapat dua duri keras yang panjang dan tegak, berwarna cerah, dan lebih dominan dalam kelompok. Warna tubuhnya kuning-oranye, lebih jelas terlihat di sekitar dada dan perut, terdapat garis hitam melalui mata dan titik hitam di tengah tubuh. Ketika matang gonad, warna tubuh jantan lebih cerah dari biasanya,

sedangkan pada ikan betina ukurannya lebih kecil, perutnya gendut, dan warna badannya pucat. Sirip punggung bawah betina berwarna biru, sedangkan saat musim bertelur, perut betina berwarna merah muda hingga merah.

Saat matang kelamin, induk jantan akan mendekati betina untuk melakukan pemijahan. Telur hasil pemijahan biasanya menempel pada substrat seperti batu, kayu apung, atau daun dengan permukaan yang lebih lebar, dengan telur yang dihasilkan berkisar 200-400 butir telur (Kuncoro, 2011). *M. ramirezi* hidup di perairan yang mengalir lambat dengan vegetasi air yang melimpah dan suhu 25-29°C. Makanannya adalah cacing, larva serangga, dan substrat tanaman air (Dewantoro & Rachmatika, 2020).



Gambar 2. Morfologi Ikan ramirezi (*electric blue ram*).  
Sumber: Bimasatria (2018).

## 2.2 Nutrisi Pakan Ikan

Dalam budi daya, kandungan nutrisi pakan ikan memengaruhi kualitas larva yang dihasilkan melalui perbaikan gizi induk (Mainassy *et al.*, 2021). Pakan memiliki peranan yang sangat penting sebagai sumber energi untuk pemeliharaan tubuh, pertumbuhan, dan perkembangan larva hingga benih dalam periode reproduksi induk. Oleh sebab itu, nutrisi yang terkandung dalam pakan ikan harus terkontrol dengan baik dan memenuhi kebutuhan ikan tersebut. Nutrisi yang harus ada pada ikan meliputi protein, karbohidrat, lemak, mineral, dan vitamin (Manik & Arleston, 2021). Nutrisi yang dibutuhkan oleh ikan juga dipengaruhi oleh faktor usia, laju konsumsi, dan aktivitas. Benih ikan berkualitas baik dihasilkan induk ikan

sehat dan mutu pakan terbaik yang diberikan karena nutrisi dalam pakan diakumulasi dalam kuning telur sebagai cadangan energi bagi perkembangan embrio dan larva stadia awal. Jumlah benih yang dihasilkan melalui pemijahan dipengaruhi oleh kualitas telur, sedangkan kualitas telur dipengaruhi oleh kesehatan induk dan nutrisi dalam pakan yang dikonsumsi selama proses reproduksi (Izquierdo *et al.*, 2001). Kuning telur merupakan sumber nutrisi energi bagi embrio selama proses perkembangannya menjadi larva yang belum mampu memperoleh makanan dari lingkungan luar, bukaan mulut yang belum sempurna, dan belum siapnya organ pencernaan (Yufer & Darias, 2007).

Saat ini penelitian mengenai suplementasi pakan yang berkaitan dengan pertumbuhan dan reproduksi menjadi perhatian penting. Hasil kajian Dewi *et al.* (2018), Rawung *et al.* (2021), dan Mainassy *et al.* (2021) membuktikan bahwa kandungan nutrisi pakan budi daya dapat dimodifikasi sehingga meningkatkan performa induk ikan patin, lele, dan ikan nila merah. Suplementasi pakan dengan bahan yang bersifat fitoestrogen seperti kurkumin dapat memengaruhi kualitas produksi induk nila merah (Mainassy *et al.*, 2021). Hal ini menunjukkan komposisi nutrisi dalam pakan dapat disuplementasi dengan bahan alam sehingga meningkatkan performa induk yang dapat menghasilkan benih ikan berkualitas baik. Asam lemak esensial dan vitamin juga berpengaruh pada kualitas induk ikan.

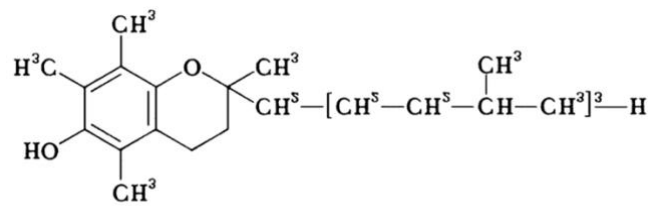
### **2.3 Vitamin C**

Vitamin C merupakan salah satu mikro nutrien yang dibutuhkan oleh induk ikan dalam proses reproduksi (Melissa *et al.*, 2020). Jumlah vitamin C dalam ovarium meningkat pada awal perkembangannya dan kemudian menurun pada tahap selanjutnya sebelum ovulasi. Selama pembentukan kuning telur, vitamin C memainkan peran penting dalam hidroksilasi biosintesis hormon steroid (Heming & Buddington, 1988; Horning *et al.*, 1994). Selain itu, vitamin C bertindak sebagai antioksidan (Goodman, 1994), melindungi kolesterol, sumber biosintesis hormon steroid, dari kerusakan yang disebabkan oleh oksidasi oksigen. Selama hidroksilasi melibatkan prolin dan lisin, dua asam amino yang merupakan komponen utama kolagen dalam vitamin C.

Kolagen merupakan komponen utama dinding kantung kuning telur dan vitamin C terakumulasi dalam jaringan kolagen di sekitar sel telur. Oleh karena itu, seiring perkembangan gonad, vitamin C ini digunakan untuk hidroksilasi jaringan kolagen yang dibentuk oleh respon senyawa lisin dan prolin. Ikan tidak dapat mensintesis vitamin C (Fenster, 1987), sehingga untuk mempertahankan metabolisme sel, vitamin C mutlak harus diperoleh secara *in vitro*, karena L-gulonolakton oksidase tidak diperlukan untuk biosintesis vitamin C (Dabrowski, 2001). Vitamin C berpengaruh positif terhadap daya tetas telur ikan *rainbow trout* seperti yang dikemukakan oleh Sandnes *et al.* (1984), serta pada *Oreochromis mossambicus* (Soliman *et al.*, 1986). Hasan & Dayanti (2014), menyatakan bahwa vitamin C sangat berperan dalam reproduksi dan pertumbuhan larva ikan, dan juga berperan dalam menormalkan fungsi kekebalan, mengurangi stres dan mempercepat penyembuhan luka.

#### **2.4 Vitamin E**

Vitamin E adalah vitamin yang tidak larut dalam air, tetapi larut dalam lemak, minyak, aseton, alkohol, kloroform, benzena, atau pelarut lemak lainnya. Vitamin E diketahui mengandung tokoferol dan turunannya yang memiliki rantai tokoferol jenuh yang terdiri dari tiga ikatan karbon tak jenuh. Salah satu tokoferol yang paling penting adalah  $\alpha$ -tocopherol, rumus kimianya adalah  $C_{23}H_{50}O_2$ . Dengan tidak adanya oksigen, tokoferol stabil terhadap panas dan asam kuat (Halver, 1972). Tokoferol alami ditemukan dalam minyak nabati seperti minyak kedelai, minyak biji kapas, minyak biji gandum, dan minyak biji-bijian lainnya. Tokoferol memiliki peran sebagai interseluler dan ekstraseluler antioksidan, dalam menjaga homeostatis pada metabolisme sel dan jaringan-jaringan. Sebagai antioksidan fisiologis, peran tokoferol melindungi vitamin-vitamin dan asam lemak tidak jenuh dari proses oksidasi. Struktur  $\alpha$ -tocopherol dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur kimia  $\alpha$ -tocopherol.  
Sumber: Halver (1972).

Menurut Napitu & Santoso (2013), vitamin E memiliki peran sebagai antioksidan dalam membantu melindungi asam lemak tak jenuh dalam fosfolipid yang terkandung dalam membran sel, sehingga cenderung mempercepat sekresi hormon reproduksi. Selain itu, vitamin E merupakan salah satu unsur nutrient yang harus dipenuhi dalam pakan, karena vitamin E diperlukan sebagai bahan penyusun struktur somatik, ko-enzim, dan penentu kualitas telur (Hamre, 2011). Vitamin E juga berperan sebagai ko-enzim untuk membantu enzim sitokrom P450 mensintesis kolesterol untuk pembentukan hormon reproduksi, dalam hal ini estradiol-17 $\beta$ . Hormon estradiol-17 $\beta$  berperan penting dalam mendukung spermatogenesis, terutama pada tahap perkembangan dan pembelahan spermatogonia (Schulz *et al.*, 2010). Hormon estradiol-17 $\beta$  juga menstimulasi sintesis vitellogenin di hati. Vitamin E diangkut dari jaringan perifer selama vitellogenesis berlangsung walaupun kandungan plasma vitellogenin tidak dipengaruhi, diduga bahwa lipoprotein mungkin terlibat dalam pengangkutan vitamin E selama masa vitellogenesis tersebut (Izquierdo *et al.*, 2001). Hal ini menunjukkan adanya peran nyata vitamin E dalam proses reproduksi.

Fungsi vitamin E juga sebagai pelindung dinding sel dari bahan beracun, seperti timah, merkuri, benzene, dan radikal bebas yang dapat mengganggu kerja kelenjar endokrin dan berakibat pada keseimbangan produksi hormon. Vitamin E yang diberikan pada induk ikan akan dicerna pada usus halus dan disimpan pada beberapa jaringan tubuh seperti jaringan adiposa, hati, dan jaringan tubuh lainnya (Pour *et al.*, 2011). Hal ini menunjukkan adanya peran nyata vitamin E pada proses reproduksi. Laporan sebelumnya menunjukkan bahwa penambahan vitamin E pada pakan berhasil meningkatkan produksi dan kualitas telur *Osteochilus kelabau* (Nasution & Nuraini, 2014), *Oreochromis niloticus* (Nascimento *et al.*, 2014),

*Carrassius auratus* (Arfah & Setiawati, 2013); *Osteochilus hasselti* (Tarigan *et al.*, 2017); dan *Oxyeleotris mamorata* (Wahyudi *et al.*, 2016).

## **2.5 Reproduksi Ikan dan Faktor yang Memengaruhi**

Secara umum, reproduksi dapat didefinisikan sebagai proses biologis dimana suatu organisme mewarisi sifat-sifat induknya kepada keturunannya untuk memastikan kelangsungan hidup spesies terkait. Studi tentang biologi reproduksi ikan sangat diperlukan dan menjadi syarat dasar untuk mengembangkan strategi yang lebih baik untuk konservasi dan pengelolaan sumber daya perikanan. Beberapa aspek biologi reproduksi meliputi kematangan gonad, fekunditas, diameter telur, derajat pembuahan, dan derajat penetasan. Pemijahan sebagai bagian dari reproduksi merupakan mata rantai dalam siklus hidup yang menentukan kelangsungan hidup (Anjani *et al.*, 2018). Aspek reproduksi erat kaitannya dengan tingkat kematangan gonad (TKG) sehingga keduanya sangat berhubungan. Tingkat kematangan gonad merupakan tahap perkembangan gonad sebelum dan sesudah ikan memijah (Esfendie, 1979).

Beberapa faktor yang memengaruhi kematangan gonad yaitu faktor dari dalam dan dari luar. Faktor dari dalam terdiri dari spesies, umur, ukuran tubuh, dan sifat fisiologis individu, sedangkan faktor dari luar terdiri dari suhu, pakan, dan arus (Lagler *et al.*, 1977; Fatimah *et al.*, 2019). Perkembangan gonad ikan secara garis besar dibagi menjadi dua tahap perkembangan utama, yaitu tahap perkembangan gonad sampai ikan mencapai tahap kematangan seksual (*sexually mature*), dan tahap pematangan gamet (*gamet maturation*). Terjadinya perkembangan gonad sebagai akibat adanya proses vitellogenesis, yaitu proses akumulasi di dalam sel telur. Tahap tersebut akan terus berlangsung dan berkesinambungan selama fungsi reproduksi ikan berjalan normal (Ma'ruf *et al.*, 2019). Analisis tingkat kematangan gonad dilakukan melalui metode histologi. Untuk lebih jelasnya, tingkat kematangan gonad ikan betina secara histologi menurut Selman *et al.* (1993) dan jantan secara histologi Leal *et al.* (2009) dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Tingkat kematangan gonad (TKG) pada ikan betina secara histologis

Tahapan	Histologi
I ( <i>Primary growth stage</i> )	Pra-folikel, oogonia ada di dalam sarang dan belum dipisahkan oleh sel-sel folikel. Folikel awal memiliki germinal vesicle (GV) besar berwarna ringan dengan granula perinuklear. Lapisan di sekitar folikel tidak menebal seluruhnya pada fase pertumbuhan.
II ( <i>Cortical aveolus stage</i> )	Pada fase alveolar kortikal yang berkembang, struktur granular meningkat. Saat oosit tumbuh, alveoli kortikal berproliferasi dan folikel bertambah besar dan oosit menjadi buram di area yang mengelilingi nukleus. Selama tahap ini nukleus membesar. Pada fase ini amplop vitelline mulai terbentuk dan epitel folikel menjadi lebih tebal.
III ( <i>Vitellogenesis</i> )	Ukuran oosit meningkat pada fase vitellogenic. Penampakan vesikel kortikal berbentuk bulat dipinggiran sitoplasma. Jumlah dan ukuran vesikel kuning telur meningkat. Struktur granular yang muncul pada fase alveolar kortikal lebih besar dan nukleus berbentuk tidak beraturan.
IV ( <i>Oocyte maturation</i> )	Nukleus tidak dapat diamati karena struktur granular mengisi seluruh sitoplasma pada fase oosit matang. Membran vitellin bagian dalam dari selubung vitellin mulai terdisintegrasi dengan meninggalkan ruang kosong dari bagian luar. Di luar membran, sel-sel epitel folikel terlihat dengan inti yang tersusun secara seragam.
V ( <i>Atretic oocyte</i> )	Pada oosit atretik, struktur membran vitellin juga mulai mengalami disintegrasi sesuai dengan deformasi kromatin pada nukleus. Vesikel menyatu secara menyeluruh satu sama lain. Bukaan di daerah luar membran vitellus diamati.

Sumber: Selman *et al.* (1993)

Tabel 2. Tingkat kematangan gonad (TKG) pada ikan jantan secara histologis

Tahap	Histologi
I ( <i>Immature</i> )	Spermatogonia memiliki sitoplasma ringan dan nukleus besar. Testis berbentuk seperti benang, tipis dan berwarna abu-abu keputihan. Spermatogonia dan spermatis primer merupakan sel yang dominan.
II ( <i>Developing</i> )	Testis buram dan abu-abu dengan spermatis primer dan sekunder, spermatid dan sperma diamati di tubulus.
III ( <i>Maturation</i> )	Pada tahap ini, jumlah sel besar berkurang tetapi jumlah sel kecil (spermatid dan sperma) meningkat secara progresif.
IV ( <i>ripe</i> )	Tubulus ditandai dengan memiliki spermatis sekunder, dan adanya sejumlah besar spermatid dan spermatozoa.
V ( <i>running</i> )	Testis memiliki lobulus yang jelas dengan sejumlah besar spermatid dan spermatozoa di bagian tengahnya. Sel-sel yang dominan adalah spermatozoa dengan noda biru tua berhubungan dengan nukleusnya.

Sumber: Leal *et al.* (2009)

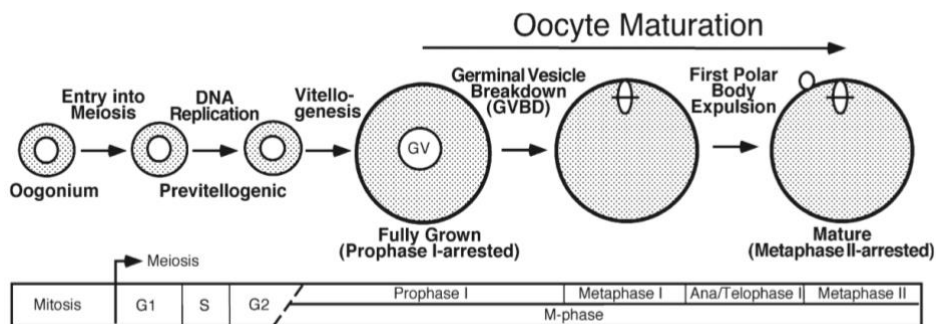


## 2.6 Oogenesis

Perkembangan sel telur dalam gonad betina disebut dengan oogenesis. Dalam perkembangannya oogenesis memiliki tiga tahapan yaitu previtellogenesis, vitellogenesis dan maturasi (Billard, 1987). Previtellogenesis atau perkembangan primer yaitu mulai terseferensiasinya ovarium, hal ini terjadi pada ikan kecil hingga dewasa. Calon atau bakal oosit yang disebut oogonium dan akan bertumbuh berkembang menjadi oosit muda, namun pada saat ini belum terjadi akumulasi kuning telur. Vitellogenesis merupakan proses induksi dan sintesis vitelogenin di hati oleh hormon estradiol-17 $\beta$  dan akumulasi nutrisi selama pertumbuhan oosit (Hiramatsu *et al.*, 2015). Tahap vitellogenesis dan kematangan yaitu perkembangan sel telur menjadi besar, berisi kuning telur dan siap diovulasikan yang terjadi pada ikan dewasa. Dengan demikian oosit muda akan selalu ada dan siap pada ikan dewasa, sehingga proses pematangan gonad pada induk terjadi mulai oosit muda dan bukan dari calon telur. Tidak semua oosit muda dapat menjadi oosit matang dan siap ovulasi, tetapi juga dapat mengalami kegagalan yang disebabkan oleh pengaruh dari luar seperti lingkungan dan pakan yang kurang baik. Menurut Billard (1992), oosit yang gagal berkembang akan menjadi oosit periode istirahat yang akan berkembang pada periode selanjutnya.

Oosit diproduksi di dalam ovarium dengan masuknya oogonia yang berkembang biak secara mitosis ke dalam meiosis. Pada vertebrata, termasuk ikan, oosit menghentikan siklus sel meiosisnya pada profase I, dimana oosit tumbuh melalui akumulasi substansi, seperti kuning telur dan mRNA, yang diperlukan untuk perkembangan embrio awal. Oosit yang ditangkap pada fase I ini masih belum matang dan tidak dapat dibuahi bahkan ketika mereka mencapai tahap dewasa. Stimulasi hormonal memungkinkan oosit untuk melanjutkan meiosis dan melanjutkan ke metafase II, di mana meiosis berhenti lagi. Oosit yang mengalami metafase II ini sekarang menjadi matang (disebut ovum atau sel telur) dan dapat mengalami perkembangan embrionik ketika dibuahi. Proses dari profase I sampai dengan profase II disebut sebagai pematangan oosit dalam bidang ilmu biologi atau pematangan oosit akhir dalam bidang ilmu perikanan (Gambar 4).

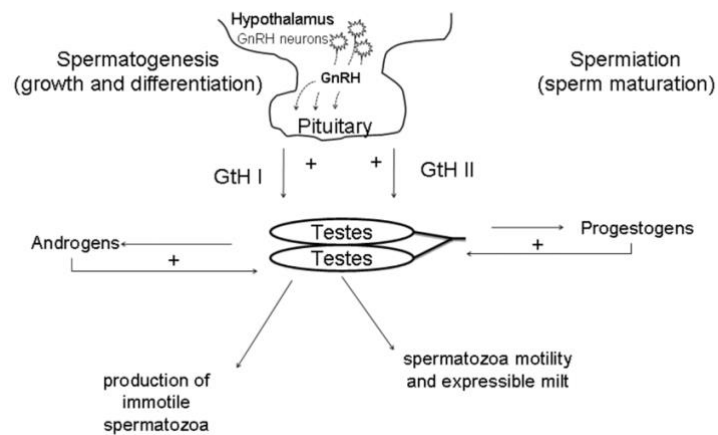
Selama proses pematangan, oosit mengalami perubahan morfologi yang drastis sesuai dengan perkembangan meiosis. Hal ini termasuk kondensasi kromosom sebagian, pemecahan vesikel germinal (GVBD), dan pengusiran badan kutub pertama yang mengintervensi antara pembentukan spindle pada metafase I dan II. *Germinal vesicle* (GV)/inti sel telur, umumnya terletak di pusat oosit. Sebagai respon terhadap rangsangan hormonal, ia bermigrasi ke kutub hewan, dimana GVBD terjadi. Seiring dengan proses pematangan, maka GV akan terlihat di bawah mikroskop. GVBD biasanya dianggap sebagai ciri pematangan oosit (Suwa & Yamasita, 2007).



Gambar 4. Skema tahapan perkembangan oosit dalam hubungannya dengan meiosis pada ikan teleost.  
Sumber: Suwa & Yamasita (2007).

## 2.7 Spermatogenesis

Spermatogenesis adalah proses yang sangat kompleks dan tepat, di mana spermatogonia mengalami proliferasi dan diferensiasi (mitosis dan meiosis), berkembang menjadi spermatisit dan kemudian spermatid, dan akhirnya matang menjadi spermatozoa. Proses spermatogenesis berlangsung di tubulus seminiferus testis dan terjadi secara teratur selama masa pubertas ketika ikan mencapai kematangan seksual. Prosesnya meliputi spermatogenesis (*spermiocytogenesis*) atau pembentukan spermatisit primer dan skunder dari spermatogonia dan spermiogenesis atau pembentukan spermatozoa dari spermatid. Mekanisme hormonal melalui hipotalamus-hipofisa-gonad dapat dilihat pada Gambar 5.



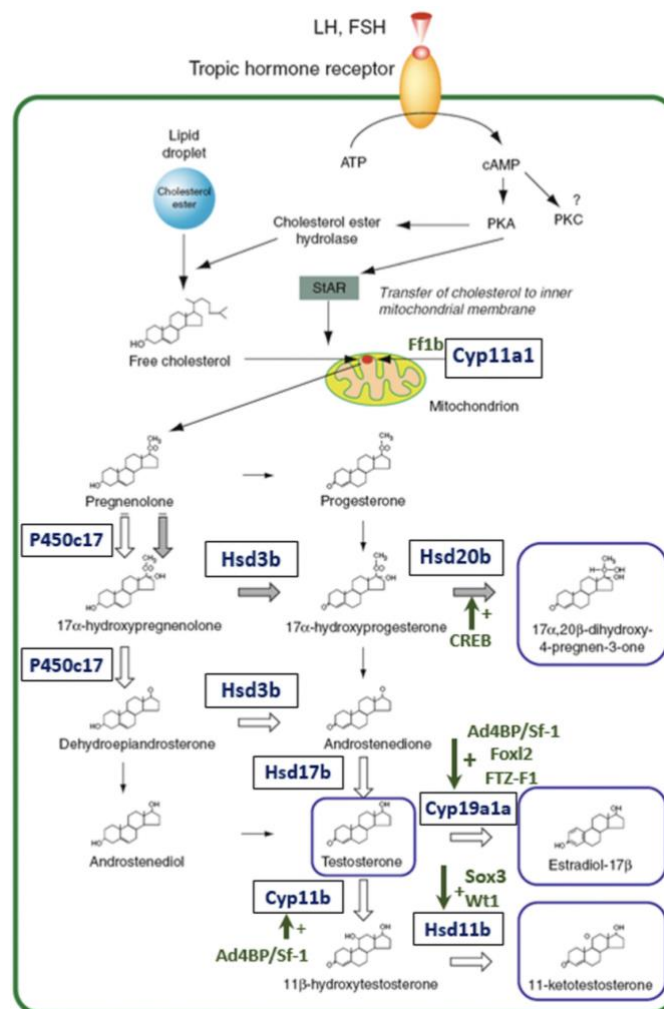
Gambar 5. Mekanisme hormonal via hipotalamus-hipofisa-gonad.  
Sumber: Cardinaletti *et al.*, (2010).

Rangkaian stimulasi hormon diawali dengan pelepasan *gonadotropin releasing hormone* (GnRH) yang dihasilkan hipotalamus, dan merangsang sekresi dua jenis *pituitary gonadotropin* (GTH), yaitu *follicle stimulating hormone* (FSH) dan *lutening hormone* (LH). Pada gonad FSH dan LH bekerja dalam menghasilkan seks steroid yang mengatur gonad untuk berkembang. Selama proses perkembangan gonad, FSH memiliki peran untuk mengatur fase awal gametogenesis, seperti vitellogenesis pada betina dan spermatogenesis pada jantan. Selanjutnya LH pada fase berikutnya dari gametogenesis, seperti pematangan *oocyte* dan ovulasi pada betina serta spermiasi (produksi semen) pada jantan (Mylonas *et al.*, 2010; Palma *et al.*, 2019). Sinyal hormonal dari kelenjar hipofisis, dimediasi oleh reseptor, terutama diekspresikan pada sel somatik di gonad, yaitu sel leydig, sel sertoli, dan sel germinal. Sel-sel ini kemudian mengatur proses selanjutnya, seperti steroidogenesis atau proliferasi sel.

## 2.8 Steroidogenesis

Steroidogenesis adalah proses pembentukan hormon steroid, baik itu di kelenjar adrenal, testes, maupun ovarium. Pada jantan proses steroidogenesis terjadi di testis dan betina di ovarium. Hormon steroid mengatur perkembangan embrio, diferensiasi gonad, perlindungan saraf, respon stres, dan gametogenesis pada teleost seperti pada vertebrata lainnya (Handa *et al.*, 2008; Tokarz *et al.*, 2015). Lokasi utama steroidogenesis meliputi jaringan gonad dan nongonad seperti ginjal, hati,

usus, dan jaringan adiposa (Swart *et al.*, 2013). Steroidogenesis dimulai dengan terinduksi sinyal intraseluler yang dilanjutkan dengan memproduksi kolesterol di dalam sitoplasma. Kolesterol tersebut kemudian dikirim ke inti mitokondria untuk memproduksi hormon-hormon steroid dengan bantuan enzim (Fail *et al.*, 2005). Pada teleost, steroidogenesis terjadi pada jenis sel tertentu dari gonad, dimana kolesterol diproses menjadi pregnenolon dan kemudian menjadi steroid yang berbeda seperti estrogen, androgen, dan progestin (Borg, 1994; Scott *et al.*, 2010). Jalur steroidogenesis ikan teleost (Young *et al.*, 2005; Rajakumar & Balasubramanian, 2020) dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Jalur steroidogenesis pada gonad ikan teleost  
Sumber: Rajakumar & Balasubramanian (2020)

Keterangan:  
StAR

: steroidogenic acute  
regulatory protein

Cyp11a1	: enzim sintesis pregnan
Cyp11b	: androgenesis
P450c17 (P45017-hydroxylase/C <sub>17-20</sub> lyase)	: enzim sintesis androgen
Hsd11b	: sintesis androgen teroksigenasi 11 dan glukokortikoid
Hsd20b	: mengubah kortison
3 $\beta$ -HSD (3 $\beta$ -hydroxysteroid dehydrogenase/ $\Delta^{5-4}$ isomerase)	: konversi steroid
17 $\beta$ -HSD (17 $\beta$ -hydroxysteroid dehydrogenase)	: oksidasi dan ketosteroid

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober-November 2022 selama 45 hari, bertempat di Laboratorium Budidaya Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Alat-alat yang digunakan selama penelitian

No.	Nama Alat	Spesifikasi	Fungsi
1.	Akuarium	50x40x30 cm <sup>3</sup>	Wadah pemeliharaan.
2.	Instalasi aerasi	Selang dan batu aerasi	Penyuplai oksigen.
3.	Filter	Dacron	Memfilter air.
4.	Baskom	Diameter 25x9 cm	Wadah untuk pengambilan ikan.
5.	Timbangan digital	500 gram	Menimbang bobot ikan uji.
6.	Selang	3/16 (5 mm)	Mengalirkan air.
7.	Selang sifon	3/16	Membersihkan akuarium.
8.	<i>Scoop net</i>	10 cm	Mengambil ikan.
9.	Botol semprot	50 mL	Menyemprotkan vitamin C dan E pada pakan.
10.	Mikroskop	Leica	Mengamati objek penelitian.
11.	Mikrometer okuler	Linier	Mengukur diameter telur .
12.	Kaca preparat	25,4x76,2 mm <sup>2</sup>	Meletakkan objek.
13.	Penggaris	30 cm	Mengukur panjang ikan.
14.	Alat tulis	Pena dan pensil	Mencatat hasil data.
15.	Kamera	SONY WX350 18.2MP camera with G 20xlens, 2.7”LCD	Mendokumentasikan kegiatan penelitian.

Bahan yang digunakan pada penelitian disajikan pada Tabel 4 berikut ini:

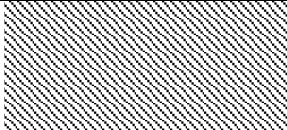
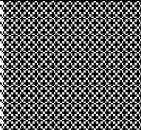

Tabel 4. Bahan-bahan yang digunakan selama penelitian



No.	Nama Bahan	Spesifikasi	Fungsi
1.	Induk ramirezi	Jantan dan betina (umur 4 bulan)	Ikan uji.
2.	Pakan alami	Cacing sutra	Pakan alami.
3.	Pakan komersial	<i>TertraBits</i>	Pakan uji.
4.	Vitamin C	Vitamin C IPI	Bahan tambahan pada pakan uji.
5.	Vitamin E	<i>Ovagrow</i>	Bahan tambahan pada pakan uji.
6.	Minyak jagung	KCO ( <i>Kie corn oil</i> )	Pelarut vitamin E.
7.	Substrat	Paralon	Tempat melekat telur.
8.	Air tandon	Air steril	Media pemeliharaan.
9.	Garam ikan	Non iodium	Bahan disinfektan.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan yaitu metode rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan yang diberikan berupa penambahan vitamin C dan E pada pakan. Percobaan terdiri dari 4 perlakuan dan 3 kali ulangan dengan perlakuan yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perlakuan dan rancangan penelitian

Perlakuan	Pakan buatan dan cacing sutra	Waktu pemberian (WIB)		
		08.00	12.00	17.00
A	Kontrol			
B	Vitamin C 24 mg/kg			
C	Vitamin E 7,5 mg/kg			
D	Kombinasi vitamin C+E			

Keterangan:  : pakan buatan  : cacing sutra

Model rancangan acak lengkap RAL yang digunakan adalah:

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

Keterangan:

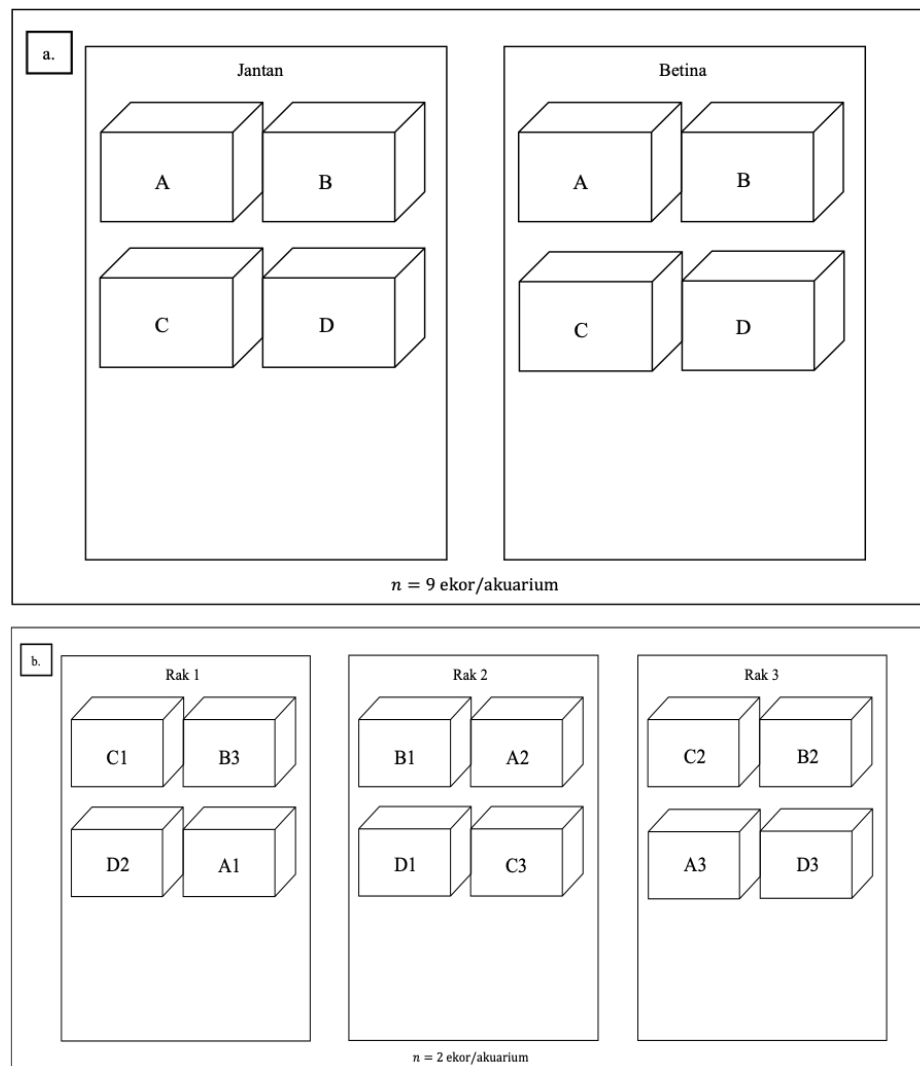
$Y_{ij}$  : data pengamatan pengaruh pakan berbeda ke-  $i$ , ulangan ke- $j$

$\mu$  : nilai tengah umum

$\tau_i$  : pengaruh penambahan vitamin C, E, dan kombinasinya ke- $i$

- $\epsilon_{ij}$  : galat percobaan pada pengaruh kombinasi vitamin C dan E pada pakan ke-i dan ulangan ke-j
- i : perlakuan kombinasi vitamin C dan E ke-i
- j : ulangan ke-j

Ilustrasi tata letak akuarium pemeliharaan dan pemijahan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tata letak wadah

Keterangan: (a) pemeliharaan, (b) pemijahan



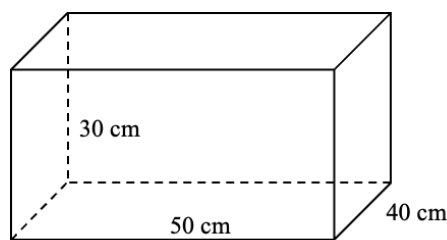
### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Persiapan Pakan Perlakuan

Pakan perlakuan yang digunakan adalah pakan komersial. Vitamin C yang digunakan pada penelitian ini yaitu vitamin C IPI dengan berat per kapsul 50 mg dosis 1.200 mg/kg pakan, kemudian digiling hingga halus menggunakan cawan porse-lin. Setelah itu, vitamin C sesuai dengan perlakuan diencerkan dengan air sebanyak 30 mL/kg pakan untuk disemprotkan pada pelet. Vitamin E yang digunakan adalah vitamin E 50% dengan dosis 375 mg/kg pakan merek *Ovagrow*. Vitamin E dilarutkan dalam minyak jagung dengan dosis 30 mL/kg pakan kemudian dicampur ke dalam pakan secara merata dengan cara disemprotkan pada pakan, kemudian pakan dikeringkan anginkan selama 24 jam.

#### 3.4.2 Persiapan Wadah

Wadah yang digunakan pada penelitian ini adalah akuarium dengan ukuran 50x40x30 cm<sup>3</sup> sebanyak 12 buah. Sebelum digunakan akuarium dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran yang menempel dengan menggunakan spons dan air bersih, setelah bersih dari kotoran akuarium dikeringkan selama 24 jam. Selanjutnya akuarium diisi air sebanyak 45 L air pada masing-masing akuarium. Kemudian, dimasukkan sistem aerasi dengan besaran aerasi yang disesuaikan dengan kebutuhan ikan. Dimensi ukuran akuarium yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Dimensi ukuran akuarium

#### 3.4.3 Persiapan Ikan Uji dan Aklimatisasi

Ikan yang digunakan merupakan ikan ramirezi dengan varietas *electric blue ram* berusia 4 bulan yang belum pernah memijah. Ikan yang digunakan berasal dari

pembudi daya ikan hias di Bogor. Sebelum diberi perlakuan, ikan diadaptasikan agar dapat menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan yang baru. Ikan yang digunakan sebanyak 72 ekor, dengan bobot rata-rata ikan uji yang digunakan yaitu  $1,37 \pm 0,31$  g dan panjang rata-rata  $4,30 \pm 0,57$  cm.

### 3.4.4 Pemeliharaan Ikan Uji

Pemeliharaan ikan uji dilakukan pada akuarium pemeliharaan sebanyak 8 buah, yang terdiri dari 4 akuarium jantan dan 4 akuarium betina tiap perlakuan dengan masing-masing akuarium diisi 9 ekor ikan. Pemeliharaan ikan ramirezi dilakukan selama 30 hari. Pakan uji yang digunakan dalam pemeliharaan ikan ramirezi berupa pakan alami dan buatan sesuai perlakuan. Cacing sutra sebagai pakan alami mempunyai beberapa kelebihan, selain kandungan nutrisinya yang baik, juga memiliki gerakan yang lambat, ukurannya kecil, dan mudah dicerna. Pakan buatan yang digunakan berupa pelet dengan merek *TetraBits*. Metode pemberian pakan yang digunakan adalah *at satiation*, yaitu teknik pemberian pakan sesuai dengan kemampuan konsumsi atau kebutuhan ikan (Utomo *et al.*, 2005). Pemberian pakan dilakukan sebanyak 3 kali/hari, yaitu pukul 08.00, 12.00, dan 17.00 WIB (Tabel 5). Komposisi pakan diberikan secara terpisah, meliputi pemberian *TetraBits* (dengan penambahan vitamin sesuai perlakuan) pada pukul 08.00 WIB dan 12.00 WIB serta, pemberian cacing sutra pada pukul 17.00 WIB. Frekuensi pemberian pakan yang digunakan merujuk pada Azizah (2022). Kandungan gizi pakan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 6 berikut ini:

Tabel 6. Kandungan gizi yang diberikan selama penelitian

Kandungan gizi	Pakan uji	
	<i>TetraBits</i> *	Cacing sutra**
Protein (%)	47,5	57,0
Lemak (%)	6,5	13,3
Serat kasar (%)	2,0	2,04
Kadar abu (%)	6,0	3,6
Air (%)	6,0	87,7

Keterangan :

\*) Komposisi yang tertera dalam kemasan

\*\*) Pardiansyah *et al.* (2014)

### **3.5 Pemijahan**

Setelah 30 hari ikan dipelihara dengan pemberian pakan yang berbeda sesuai perlakuan, kemudian dilakukan pemijahan induk matang gonad dengan tahapan berikut:

#### **3.5.1 Persiapan Wadah Pemijahan**

Wadah yang digunakan berupa akuarium 50x40x30 cm<sup>3</sup> sebanyak 12 buah (Gambar 6b). Sebelum digunakan, akuarium tersebut dibersihkan dari kotoran menggunakan spons dan air bersih. Selanjutnya masing masing akuarium diisi dengan air dengan ketinggian 23 cm atau dengan volume air 45 L. Air yang digunakan pada pemeliharaan induk yaitu air yang telah diendapkan di dalam tandon terlebih dahulu selama 24 jam. Setelah air diisi, dimasukkan satu unit instalasi aerasi dengan besaran aerasi yang disesuaikan dengan kebutuhan ikan.

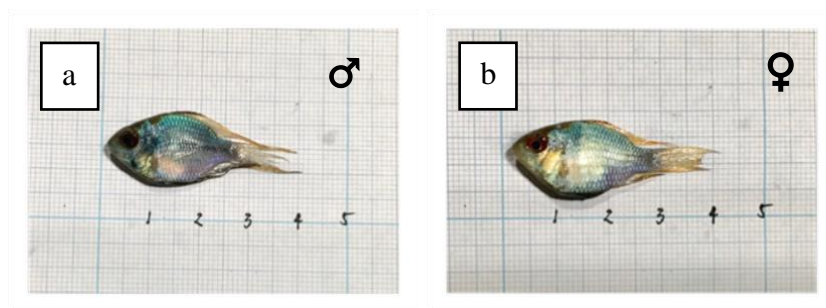
#### **3.5.2 Persiapan Substrat Pemijahan**

Keberhasilan pemijahan ikan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya penanganan induk, teknologi pemijahan terutama dalam merangsang induk, penetasan telur maupun penanganan larva. Cara yang dapat dilakukan untuk merangsang induk ramirezi adalah dengan pengadaan substrat tempat meletakkan telur (Satyani & Priono, 2012). Ramirezi memiliki karakter untuk meletakkan telur pada substrat. Substrat yang digunakan pada pemijahan ramirezi berupa pipa paralon dengan diameter 7,5 cm dan panjang 15 cm. Sebelum digunakan, terlebih dahulu substrat dicuci bersih dan dikeringkan. Kemudian, substrat diletakkan di pojok akuarium.

#### **3.5.3 Sampling induk**

Sebelum dilakukan pemijahan, faktor penting yang harus diperhatikan adalah indukan jantan dan betina sudah masuk dalam fase matang gonad atau siap untuk dikawinkan. Jika induk yang digunakan belum matang gonad maka kegiatan pembenihan cenderung akan mengalami kegagalan (Saputra *et al.*, 2020). Menurut Aryani (2001), calon induk yang akan diseleksi harus mempunyai kriteria sebagai berikut: 1) ikan yang terpilih harus sehat, 2) tidak luka, 3) tidak diserang penyakit,

4) penyebaran sisik teratur, 5) tidak ada cacat tubuh dan sirip, 6) ukuran tubuh sebanding. Perbedaan morfologi ramirezi jantan dan betina disajikan pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Perbedaan morfologi ramirezi betina (a) dan jantan (b)

Tabel 7. Perbedaan morfologi ramirezi jantan dan betina (Bachtiar, 2004)

No.	Induk Jantan	Induk Betina
1.	Ukuran lebih panjang dan ramping.	Ukuran tubuh lebih pendek dan gemuk.
2.	Penampilan lebih menarik.	Penampilan kurang menarik.
3.	Sirip punggung yang lancip dan memanjang pada sirip punggung pertama.	Sirip bawah punggung ikan betina berwarna biru.
4.	Warna tubuh lebih biru, terlihat lebih jelas di sekitar perut dan dada.	Warna tubuhnya tampak pucat.
5.	Terdapat garis hitam melewati mata dan bercak hitam di tengahnya.	Perut berwarna merah muda hingga merah.

### 3.5.4 Pemijahan Induk

Proses pemijahan dilakukan dengan dipasangkan langsung induk betina dan jantan dalam satu wadah yang sama sesuai perlakuan dengan perbandingan 1:1. Induk ramirezi yang sudah dipasangkan, kemudian dipindahkan menuju wadah pemijahan berupa akuarium yang telah disiapkan sebelumnya yang sudah dilengkapi dengan substrat paralon sebagai media untuk bertelur.

## 3.6 Parameter Penelitian

### 3.6.1 Indeks Reproduksi

#### a. Motilitas Sperma

Motilitas spermatozoa adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui atau memperkirakan kelangsungan hidup spermatozoa. Sperma yang hidup memiliki

karakteristik pergerakan cepat, lambat, dan pergerakan kepala atau ekor, sedangkan pada sperma yang mati tidak memperlihatkan pergerakan sama sekali (Faqih, 2011). Pengamatan motilitas sperma ikan dapat dilakukan dengan cara memisahkan gonad dari tubuh lalu diletakkan pada cawan petri. Selanjutnya gonad dicacah hingga cairan sperma keluar. Pengamatan motilitas sperma dilakukan dengan cara menghitung durasi pergerakan sperma (detik) yaitu mulai dari bergerak cepat, lamban, bergerak berputar di tempat (*reservoir*), berdenyut lemah hingga berhenti atau tidak berdenyut lagi (Hadie *et al.*, 2016). Pengukuran dimulai setelah dilakukan aktivasi dengan pemberian air keran (Wijayanti & Simanjuntak, 2006).

#### **b. Tingkat Kematangan Gonad (TKG)**

Tingkat kematangan gonad diamati secara histologi. Identifikasi ciri histologi tingkat kematangan gonad (TKG) ikan betina dilakukan berdasarkan (Selman *et al.* (1993) dan ikan jantan berdasarkan Leal *et al.* (2009). Identifikasi tingkat kematangan gonad ikan betina dan jantan secara histologi dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

#### **c. Indeks Kematangan Gonad (IKG)**

Indeks kematangan gonad atau *gonadosomatic index* (GSI) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada gonad secara kuantitatif. IKG dapat diukur dengan persamaan menurut Johnson (1971), yaitu:

$$\text{IKG} = \frac{Bg}{Bt} \times 100\%$$

Keterangan :

IKG : Indeks kematangan gonad (%),

Bg : Berat gonad (g)

Bt : Berat tubuh (g)

### 3.6.2 Diameter Telur

Diameter telur diukur menggunakan mikroskop yang dilengkapi dengan mikrometer okuler yang sudah dikalibrasi dengan mikrometer objektif terlebih dahulu dengan pembesaran 4x10 kali (Lampiran 1). Jumlah telur yang diamati sebanyak 50 butir. Diameter telur dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$D = ok \times obj$$

Keterangan:

D : Diameter telur yang sebenarnya (mm)

ok : Nilai yang terlihat pada skala mikrometer okuler

obj : Nilai lensa objektif hasil kalibrasi (mm)

### 3.6.3 Kualitas Air

Pengelolaan kualitas air merupakan cara yang harus dilakukan oleh pemelihara ikan hias agar media pemeliharaan ikan ramirezi selalu dalam kondisi optimal untuk mendukung kehidupan dan pertumbuhan ikan yang dipelihara. Upaya menjaga kualitas air tetap baik dan mendukung pertumbuhan ikan ramirezi perlu dilakukan optimalisasi instalasi air atau media pemeliharaan, pengendapan air pemeliharaan ikan hias sebelum media digunakan pada proses pemeliharaan ikan, pengecekan kualitas air secara berkala, dan penggantian air secara rutin yang dapat dilakukan sejumlah 10-25% setiap harinya bergantung pada kebutuhan (Sudrajat & Setyogati, 2020). Penggantian air dapat dilakukan secara manual dengan cara penyiponan kotoran dan sisa pakan yang terdapat di dasar wadah. Tujuan penggantian air secara rutin adalah untuk menghindari adanya penumpukan bahan organik yang mengandung amonia pada media yang dapat menimbulkan keracunan pada ikan. Proses penggantian air harus dilakukan secara perlahan dan hati-hati untuk menghindari stres pada ikan. Diusahakan juga suhu media pada wadah pemeliharaan sama dengan suhu air yang dimasukkan ke dalam wadah pemeliharaan. Pada pengelolaan kualitas air juga dilakukan dengan melakukan pengecekan parameter kualitas air yang diukur setiap 15 hari selama pemeliharaan yang meliputi suhu, pH, TDS, NH<sub>3</sub>, dan DO.

### **3.7 Analisis data**

Data-data yang diperoleh dari penelitian berupa data kuantitatif seperti motilitas sperma, indeks kematangan gonad, dan diameter telur ditabulasi ke dalam bentuk tabel dan dianalisis menggunakan sidik ragam (Anova) pada tingkat kepercayaan 95%. Apabila hasil Anova menunjukkan berbeda nyata maka akan diuji lanjut menggunakan uji Duncan dengan tingkat kepercayaan 95%. Selanjutnya, data kualitatif berupa tingkat kematangan gonad, jumlah telur yang dihasilkan, dan kualitas air dianalisis secara deskriptif.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penambahan kombinasi vitamin C dan E pada pakan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap motilitas sperma pada induk jantan, namun tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap TKG, IKG, dan diameter telur.
2. Dosis optimum untuk meningkatkan indeks reproduksi induk ramirezi jantan yaitu pada perlakuan C (vitamin E 375 mg/kg) hingga 1693 detik.

### 5.2 Saran

1. Penambahan vitamin E 375 mg/kg dalam pakan dapat digunakan sebagai rujukan bagi pembudi daya ikan untuk mempercepat indeks reproduksi induk ramirezi jantan.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan pemberian kombinasi pakan vitamin C dan E ke dalam pakan dengan kombinasi dosis yang berbeda untuk meningkatkan TKG, nilai fekunditas dan derajat penetasan telur ikan ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*).



## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

- Anjani, F.D., Adi, W., & Utami, E. 2018. Aspek reproduksi ikan selar kuning (*Selaroides leptolepis*) yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Sungailiat. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*. 12(2): 26-34.
- Ansyari, P. 2022. Suplementasi vitamin c di dalam pakan untuk meningkatkan performa reproduksi ikan papuyu (*Anabas testudineus* Bloch). *Journal of Syntax Literate*. 7(6): 8243-8255.
- Anwar, A. 2018. Optimasi penambahan vitamin c dalam pakan terhadap daya tetas telur dan sintasan larva ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Octopus: Jurnal Ilmu Perikanan*. 7(2): 49-55.
- Arfah, H. & Setiawati, M. 2013. Dietary vitamin E on the reproductive performance of the fantail goldfish *Carassius auratus auratus*. *Jurnal Akua-kultur Indonesia*. 12(1): 14-17.
- Aryani, N. 2001. Penggunaan vitamin E pada pakan untuk pematangan gonad ikan baung (*Mystus numerus*). *Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan*. 6(1): 28-36.
- Auri, K. 2022. Efektivitas Penambahan Vitamin E dan Vitamin A pada Pakan terhadap Performa Reproduksi Awal Induk Ikan Nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) GIFT Betina. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 60 hlm.
- Azizah. 2022. Performa Pertumbuhan dan Maturasi Gonad Ramirezzi *Mikrogeophagus ramirezi* (Myers & Harry, 1948) dengan Pakan Berbeda. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 56 hlm.
- Bachtiar, Y. 2004. *Budi Daya Ikan Hias Air Tawar untuk Ekspor*. AgroMedia. Jakarta. 108 hlm.
- Billard, R. 1987. The reproductive cycle of male and female brown trout (*Salmo trutta fario*): a quantitative study. *Reproduction Nutrition Developpement*. 27(1A): 29-44.

- Billard, R. 1992. Reproduction in rainbow trout, dynamic of gametogenesis, biology and preservation of gamets. *Aquaculture*. 100(1-3): 263-298.
- Bimasatria. 2018. Bagaimana Cara Memelihara Ikan Blue Elektrik. <https://www.dictio.id/t/bagaimana-cara-memelihara-ikan-blue-elektrik/118071>. Diakses Juli 2023.
- Borg, B. 1994. Androgens in teleost fishes. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*. 109(3): 219-245.
- Boyd, C.E. 1982. *Water Quality Management for Pond Fish Culture*. Elsevier Scientific Publishing Company. Netherands. 318 hlm.
- Budianto, Nuswantoro S., Suprastyani H., & Ekawati, A.W. 2019. Pengaruh pemberian pakan alami cacing *Tubifex* sp. terhadap panjang dan berat ikan ramirezi (*Mikrogeophagus ramirezi*). *Journal of Fisheries and Marine Research*. 3(1): 75-79.
- Burres, E.D. 2017. Breeding *Microgeophagus altispinosa*, bolivian ram. *Aquatica*. 31(2): 5-9.
- Cardinaletti, G., Franzoni, M. F., Palermo, F. A., Cottone, E., Mosconi, G., Guastalla, A., Capantico, E., Tibaldi, E., & Polzonetti-Magni, A. M. 2010. Environmental and neuroendocrine control of fish reproduction. *Recent Advances in Fish Reproduction Biology*. 3: 65-87.
- Chellappa, S., Câmara, M. R., Chellappa, N. T., Beveridge, M. C. M., & Huntingford, F. A. 2003. Reproductive ecology of a neotropical cichlid fish, *Cichla monoculus* (*Osteichthyes: Cichlidae*). *Brazilian Journal of Biology*. 63(1): 17-2.
- Coleman, R. M. & Galvani, A. P. 1998. Egg size determines offspring size in neotropical cichlid fishes (Teleostei: *Cichlidae*). *Copeia*. 1998(1): 209-213.
- Dabrowski, K. 2001. *Ascorbic Acid in Aquatic Organisms: Status and Perspectives*. CRC Press. Florida. 288 hlm.
- Dabrowski, K., Lee, K. J., & Rinchar, J. 2003. The smallest vertebrate, teleost fish, can utilize synthetic dipeptide-based diets. *The Journal of Nutrition*. 133(12): 4225-4229.
- Dewantoro, G. W. & Rachmatika, I. 2020. *Jenis Ikan Introduksi dan Invasif Asing di Indonesia*. LIPI Press. Jakarta. 192 hlm.

- Dewi, C. D., Ekastuti, D. R., Sudrajat, A. O., & Manalu, W. 2018. The role of turmeric powder supplementation in improving liver performances to support production of siam catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Omni-Akuatika*. 14(1): 44-53.
- Effendie, M. I. 1979. *Metoda Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri. Bogor. 112 hlm.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta. 257 hlm.
- Fail, P., Sloan, C., Johnson, J., & Brown, V. 2005. *Steroidogenesis screening assays and endocrine disruptors*. Battele 505 King Avenue Columbus, Ohio. Final Detailed Review Paper. p215.
- Faqih, A. R. 2011. Penurunan motilitas dan daya fertilitas sperma ikan lele dumbo (*Clarias* sp.) pasca perlakuan stress kejutan listrik. *The Journal of Experimental Life Science*. 1(2): 72-82.
- Fatimah, A. N., Sugiharto, S., & Setyaningrum, N. 2019. Aspek reproduksi ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata* Blkr.) yang tertangkap di Waduk Penjalin Brebes. *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*. 1(2): 71-77.
- Fenster, R. 1987. Vitamin c in fish nutrition. *In Animal Nutrition Events: Roche Seminar In Vitamin Nutrition In Fish*. 1-15.
- Garner, D. L., & Hafez, E. S. E. 2000. Spermatozoa and seminal plasma. *Reproduction in Farm Animals*. 96-109.
- Goodman, S. 1994. *Vitamin C the Master Nutrient*. Muhidal, Komar, translated. Gramedia. Jakarta. 137 hlm.
- Hadie, W., Kusriani, E., Priyadi, A., & Alimuddin, A. 2016. Penyisipan gen warna pada ikan *Carassius auratus* menggunakan metode elektroforasi dalam upaya meningkatkan kualitas ikan hias. *Jurnal Riset Akuakultur*. 5(3): 335-343.
- Halver, J. E. 1972. *The Vitamins in Fish Nutrition*. Academic Press. New York. 29-103.
- Handa, R. J., Pak, T. R., Kudwa, A. E., Lund, T. D., & Hinds, L. 2008. An alternate pathway for androgen regulation of brain function: Activation of estrogen receptor beta by the metabolite of dihydrotestosterone, 5 $\alpha$ -androstane-3 $\beta$ , 17 $\beta$ -diol. *Hormones and Behavior*. 53(5): 741-752.
- Hamre, K. 2011. Metabolism, interactions, requirements and functions of vitamin E in fish. *Aquaculture Nutrition*. 17(1): 98-115.

- Hasan, H. & Dayanti, F. 2014. Pengaruh vitamin c dalam pakan terhadap pertumbuhan dan sintasan benih ikan biawan (*Helostoma temmincki*). *Jurnal Ruyaya: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu Perikanan dan Kelautan*. 3(1): 41-47.
- Hayati, A. 2019. *Biologi Reproduksi Ikan*. Airlangga University Perss. Surabaya. 110 hlm.
- Heming, T. A. & Buddington, R. K. 1988. 6 yolk absorption in embryonic and larval fishes. *Fish physiology*. 11: 407-446.
- Hemre, G., Juell, J. E., Hamre, K., Lie, Ø., Strand, B., Arnesen, P., & Holm, J. C. 1997. Cage feeding of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*): effect on muscle lipid content, fatty acid composition, oxidation status and vitamin E concentration. *Aquatic Living Resources*. 10(6): 365-370.
- Hill, J.E., K.H. Kilgore, D.B. Poudel, J.F. Powell, C.A. Watson., & R.P. Yanong. 2009. Survey of ovaprim use as a spawning aid in ornamental fishes in the United States as administered through the University of Florida Tropical Aquaculture Laboratory. *North American Journal of Aquaculture*. 71(3): 206-209.
- Hiramatsu, T., Kasubuchi, M., Hasegawa, S., Ichimura, A., & Kimura, I. 2015. Dietary gut microbial metabolites, short-chain fatty acids, and host metabolic regulation. *Nutrients*. 7(4): 2839-2849.
- Horning, D. B., Glathaar., & Mossrer, U. 1994. Yolk absorption in embryonic and larva fishes. In Hoar, W. S. & D. J. Randall (Eds) *Fish Physiology IX*. Academic Press Inc. New York. 480-485.
- Ibrahim, Y., Saputra, F., Yusnita, D., & Karim, A. 2020. Evaluasi pertumbuhan dan perkembangan gonad ikan seurukan *Osteochilus* sp. yang diberi pakan tepung kunyit. *Jurnal Akuakultura Universitas Teuku Umar*. 2(2): 1-6.
- Iqlima. 2021. Studi Kualitas Sperma Awal dan Percepatan Kematangan Gonad Induk Nila GIFT (*Genetic Improvement of Farmed Tilapias*) *Oreochromis niloticus* Jantan dengan Kombinasi Vitamin E dan Vitamin A pada Pakan. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 62 hlm.
- Izquierdo, M. S., Fernandez-Palacios, H., & Tacon, A. G. J. 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*. 197(1-4): 25-42.
- Johnson, J. E. 1971. Maturity and fecundity of thread fin shad, *Dorosoma petenense* (Gunther), in Central Arizona reservoirs. *Transactions of the American Fisheries Society*. 100(1): 74-85.

- Jusadi, D., Muis, A., & Mokoginta, I. 2000. Kebutuhan vitamin c benih ikan gurame *Osphronemus gouramy*. *Journal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. 7(1): 1.
- Kelabora, D. M. 2010. Pengaruh suhu terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Berkala Perikanan Terubuk*. 38(1): 71-81.
- Khaidir, A. 2001. Pengaruh Vitamin C Dalam Bentuk L-Askorbit-2-fosfat Magenesium Sebagai Sumber Vitamin C dalam Pakan Terhadap Kualitas Telur Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). (Tesis). Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor. 62 hlm.
- KKP. 2018. *Laporan Kinerja (LKj) Direktorat Jendral Perikanan Budidaya tahun 2018*. Jakarta. 92 hlm.
- KKP. 2019. *Pengembangan Komoditas Unggulan Strategis Perikanan Budidaya dan Tata Kelola Perizinan untuk Memacu Inverstasi Pembangunan Perikanan Budidaya Berkelanjutan Kementrian PPN/BPS*. Double Tree by Hilton. Jakarta. 39 hlm.
- Kuncoro, E. B. 2011. *Sukses Budi Daya Ikan Hias Air Tawar*. Liliy Publisher. Yogyakarta. 436 hlm.
- Lagler, K.F., Bardach, J.E., Miller, R.H., & Passino, D.M. 1977. *Ichthyology the Study of Fishes*. John Wiley and Sons. New York. 545 hlm.
- Leal, M. C., Cardoso, E. R., Nóbrega, R. H., Batlouni, S. R., Bogerd, J., França, L. R., & Schulz, R. W. 2009. Histological and stereological evaluation of zebrafish (*Danio rerio*) spermatogenesis with an emphasis on spermatogonial generations. *Biology of Reproduction*. 81(1): 177-187.
- Ma'ruf, M. M., Syarif, A. F., & Bidayani. 2019. Performa reproduksi ikan betok (*Anabas testudineus*) betina dengan pemberian pakan buatan berbahan baku tepung keong mas (*Pomacea canaliculata*). *Jurnal Perikanan*. 9(1): 30-49.
- Mainassy, M. C., Manalu, W., Sudrajat, A. O., Kapelle, I. B., & Gunadi, B. 2021. The efficacy of curcumin analog supplementation in improving the liver function of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*. 14(6): 3366-3374.
- Manik, R. R. D. S. & Arleston, J. 2021. *Nutrisi dan Pakan Ikan*. Widina. Bandung. 99 hlm.
- Melissa, S., Arisa, I. I., Nurfadillah, N., & Dewiyanti, I. 2020. Pengaruh pemberian vitamin c terhadap fekunditas ikan bawal (*Colossoma macropomum*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Perikanan Unsyiah*. 5(1): 13-17.

- Myers, G. S. & Harry, R.R. 1948. *Apistogramma ramirezi*, a cichlid fish from Venezuela. *Proceedings of the California Zoological Club*. 1(1): 1–7.
- Myers, P. R., Espinosa, C. S., Parr, T., Jones, G. S., Hammond, T. A., & Dewey. 2022. The Animal Diversity Web (online). Accessed at <https://animaldiversity.org>.
- Mylonas, C. C., Fostier, A., & Zanuy, S. 2010. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *General and Comparative Endocrinology*. 165(3): 516-534.
- Nascimento, T. S. R., Marta, V. S., Euclides, B. M., & Cristina, D. K. 2014. High levels of dietary vitamin e improve the reproductive performance of female *Oreochromis niloticus*. *J. Biol Sci*. 36(2): 19-26.
- Napitu, R., & Santoso, L. 2013. Pengaruh penambahan vitamin e pada pakan berbasis tepung ikan rucah terhadap kematangan gonad ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Rekayasa Teknologi dan Budidaya Perairan*. 1(2): 109-116.
- Nasution, S. & Nuraini. 2014. Grant of feed containing vitamin e in home fish kelabau (*Osteochilus kelabau*) to improve quality eggs and larvae. *International Journal of Scientific Engineering and Research*. 2(4): 2347-3878.
- Ngongo, Y., Tjendawangi, A., & Linggi, Y. 2019. Pengaruh penambahan vitamin e ke dalam pakan guna meningkatkan kematangan gonad kepiting bakau (*Scylla serrata*). *Jurnal Aquatik*. 2(1): 75-85.
- Nurhayati, N., Thaib, A., & Irmayani, I. 2018. Efektifitas penambahan vitamin e dalam ransum pakan terhadap tingkat kematangan gonad induk ikan cupang (*Betta splendens*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*. 5(1): 19-22.
- Palma, P., Takemura, A., Libunao, G. X., Superio, J., de Jesus-Ayson, E. G., Ayson, F., & Elizur, A. 2019. Reproductive development of the threatened giant grouper *Epinephelus lanceolatus*. *Aquaculture*. 509: 1-7.
- Pardiansyah, D., Supriyono, E., & Djokosetianto, D. 2014. Evaluasi budidaya cacing sutra yang terintegrasi dengan budidaya ikan lele sistem bioflok. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 13(1): 28-35.
- Peter, R., Yu, K. 1997. Neuroendocrine regulation of ovulation in fishes: basic and applied aspects. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 7(2): 173–197.
- Pour, H.A., Sis, N.M., Razlighi, S.N., Azar, M.S., Babazadeh, M.H., Maddah, M.T., Reazei, N., & Namvari, M. 2011. Effect of vitamin E on ruminant animal. *Annals of Biological Research*. 2(1): 244-251.

- Qolbi, S., Fitri, W., & Atifah, Y. 2022. Review Jurnal: Efektivitas Susu Skim Dengan Kombinasi Media Pengencer Terhadap Motilitas Sperma Hewan. *In Prosiding Seminar Nasional Biologi*. 2(2): 566-572.
- Rajakumar, A., & Senthilkumar, B. 2020. Steroidogenesis and its regulation in teleost-a review. *Fish Physiology and Biochemistry*. 46(3): 803-818.
- Rawung, L. D., Saruan, J., Rayer, D. J., & Moko, E. M. 2021. Perkembangan awal larva ikan mas (*Cyprinus carpio l*) dari induk yang diberi pakan dengan penambahan kurkumin. *Jurnal Ilmiah Sains*. 21(2): 176-181.
- Sandnes, K., Braekkan O, R., & Utne F. 1984. The effect of ascorbic acid supplementation in broodstock feed on reproduction of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture*. 43(1-3): 167-177.
- Saputra, F., Febrina, C. D., & Islama, D. 2020. Manajemen seleksi induk dalam pembenihan ikan cupang di SMK Negeri 1Meureubo Aceh Barat. *Jurnal Marine Kreatif*. 4(2): 48-55.
- Satyani, D. & Priono, B. 2012. Penggunaan berbagai wadah untuk ikan hias air tawar. *Media Akuakultur*. 7(1): 14-19.
- Schulz, R. W., de França, L. R., Lareyre, J. J., LeGac, F., Chiarini-Garcia, H., Nobrega, R. H., & Miura, T. 2010. Spermatogenesis in fish. *General and comparative endocrinology*. 165(3): 390-411.
- Scott, A. P., Sumpter, J. P., & Stacey, N. 2010. The role of the maturation-inducing steroid, 17, 20 $\beta$ -dihydroxypregn-4-en-3-one, in male fishes: a review. *Journal of Fish Biology*. 76(1): 183-224.
- Selman, K., Wallace, R. A., Sarka, A., & Qi, X. 1993. Stages of oocyte development in the zebrafish (*Brachydanio rerio*). *Journal of morphology*. 218(2): 203-224.
- Sinjal, H. 2014. Pengaruh vitamin c terhadap perkembangan gonad, daya tetas telur dan sintasan larva ikan lele dumbo (*Clarias* sp). *E-Journal Budidaya Perairan*. 2(1): 22-29.
- Soliman, A. K., Jauncey, K., & Robert, R. J. 1986. The effect of dietary ascorbic acid supplementation on hatchability, survival rate and fry performance in *Oreochromis mossambicus*. *Aquaculture*. 59(3-4):197- 208.
- Sudrajat, M., & Setyogati, W. 2020. *Pembenihan Ikan Mas Koki*. Deepublish. Yogyakarta. 71 hlm.
- Suwa, K., & Yamashita, M. 2007. Regulatory mechanisms of oocyte maturation and ovulation. *The fish oocyte: From basic studies to biotechnological applications*. 323-347.



- Swart, A. C., Schloms, L., Storbeck, K. H., Bloem, L. M., Toit, T. D., Quanson, J. L., Rainey, W. E., & Swart, P. 2013.  $11\beta$ -Hydroxyandrostenedione, the product of androstenedione metabolism in the adrenal, is metabolized in LNCaP cells by  $5\alpha$ -reductase yielding  $11\beta$ -hydroxy- $5\alpha$ -androstenedione. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*. 138:132-142.
- Syahrizal. 1998. *Kadar Optimum Vitamin E dalam Pakan Induk Ikan Lele (Clarias batrachus)*. (Tesis). Program Pascasarjana. IPB. Bogor. 69 hlm.
- Tarigan, G., Arthana, I. W., & Pebriani, D. A. A. 2021. Effect of giving different doses of vitamin e in feed to the level of gonad maturity of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Advances in Tropical Biodiversity and Environmental Sciences*. 5(2): 64-68.
- Tarigan, N., Supriatna, I., Setiadi, M. A., & Affandi, R. 2017. Pengaruh vitamin e dalam pakan terhadap pematangan gonad ikan nilem (*Osteochilus hasselti*, CV). *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*. 19(1): 1-9.
- Tokarz, J., Möller, G., de Angelis, M. H., & Adamski, J. 2015. Steroids in teleost fishes: A functional point of view. *Journal Steroids*. 103: 123-144.
- Utomo, N. B. P., Kumalasari, F., & Mokoginta, I. 2005. Pengaruh cara pemberian pakan yang berbeda terhadap konversi pakan dan pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio*) di karamba jaring apung waduk Jatiluhur. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 4(1): 63-67.
- Wahyudi, D., Zairin Jr, M., & Suprayudi, M. A. 2016. Pengaruh pemberian vitamin e (a-tokoferol) terhadap kinerja reproduksi ikan betutu *Oxyeleotris marmorata* Bleeker 1852. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 16(1): 103-113.
- Wijayanti, G. E. & Simanjuntak, S. B. 2006. Viabilitas sperma Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti* CV) setelah penyimpanan jangka pendek dalam larutan ringer. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*. 8(2): 207-214.
- Young, G., Kusakabe, M., Nakamura, I., Lokman, P. M., & Goetz, F. W. 2005. Gonadal steroidogenesis in teleost fish. *Molecular aspects of fish and marine biology*. 2: 155-223.
- Yousef, M. I., Abdallah, G. A., & Kamel, K. I. 2003. Effect of ascorbic acid and vitamin E supplementation on semen quality and biochemical parameters of male rabbits. *Animal Reproduction Science*. 76(1-2): 99-111.
- Yufera, M. & Darias, M.J. 2007. The onset of feeding in marine fish larvae. *Aquaculture*. 268(1-4): 53-63.

Yu, K. L., Lin, X. W., Bastos, J. C., & Peter, R. E. 1997. Neural regulation of gonadotropin-releasing hormones in teleost fishes. In Parhar, I.S. and Sakuma, Y., eds. *GnRH Neurons: Gene to Behavior*. Tokyo: Brain Shuppan Publishers (in press).