

**PERKEMBANGAN GONAD DAN INDEKS REPRODUKSI IKAN MASKOKI  
(*Carassius auratus*) BETINA DENGAN SUPLEMENTASI TEPUNG MAGGOT  
(*Hermetia illucens*) PADA PAKAN KOMERSIAL**

**Skripsi**

**Oleh**

**PUSPA KUSUMAWARDANI  
NPM 2114111030**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2025**

**PERKEMBANGAN GONAD DAN INDEKS REPRODUKSI IKAN MASKOKI  
(*Carassius auratus*) BETINA DENGAN SUPLEMENTASI TEPUNG MAGGOT  
(*Hermetia illucens*) PADA PAKAN KOMERSIAL**

**Oleh**

**PUSPA KUSUMAWARDANI**

**Skripsi**

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

**Pada**

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



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2025**

## ABSTRAK

### **PERKEMBANGAN GONAD DAN INDEKS REPRODUKSI IKAN MASKOKI (*Carassius auratus*) BETINA DENGAN SUPLEMENTASI TEPUNG MAGGOT (*Hermetia illucens*) PADA PAKAN KOMERSIAL**

Oleh

**PUSPA KUSUMAWARDANI**

Ikan maskoki (*Carassius auratus*) memiliki nilai ekonomi tinggi, namun proses maturasi gonadnya tergolong lambat, sehingga ketersediaan benih tidak selalu kontinyu. Peningkatan kualitas pakan melalui suplementasi tepung maggot (*Hermetia illucens*) yang kaya protein dan asam lemak esensial, diharapkan dapat mempercepat pematangan gonad dan meningkatkan indeks reproduksi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh suplementasi tepung maggot pada pakan komersial terhadap perkembangan gonad dan indeks reproduksi ikan maskoki betina, serta menentukan dosis terbaiknya. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan, yaitu kontrol (suplementasi tepung maggot 0 g/kg pakan), P1 (suplementasi tepung maggot 50 g/kg pakan), P2 (suplementasi tepung maggot 100 g/kg pakan), dan P3 (suplementasi tepung maggot 150 g/kg pakan) dengan 3 ulangan. Parameter yang diamati meliputi tingkat kematangan gonad (TKG), indeks kematangan gonad (IKG), diameter telur, dan kualitas air (suhu, pH, dan DO). Pengambilan sampel dilakukan setiap 10 hari sekali selama 30 hari pemeliharaan. Data kuantitatif dianalisis menggunakan Anova dan uji lanjut Duncan, sedangkan data kualitatif dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama 30 hari pemeliharaan, pemberian suplementasi tepung maggot pada pakan komersial mampu mempercepat kematangan gonad ikan maskoki betina yang sebelumnya *immature* (TKG I) mencapai tahap *regenerating* (TKG VI), serta meningkatkan indeks kematangan gonad tertinggi yaitu 18,90%, dan meningkatkan nilai diameter telur terbesar yaitu 0.89 mm. Kualitas air selama penelitian yaitu suhu, pH, dan DO berada pada kisaran optimal sesuai SNI 9076:2022. Dosis terbaik untuk meningkatkan perkembangan gonad dan indeks reproduksi ikan maskoki betina adalah P3 yaitu suplementasi tepung maggot 150 g/kg pakan.

**Kata kunci:** Indeks Kematangan Gonad, Maggot, Maskoki, Perkembangan Gonad

## ABSTRACT

### **GONADAL DEVELOPMENT AND REPRODUCTIVE INDEX OF FEMALE GOLDFISH (*Carassius auratus*) WITH MAGGOT MEAL (*Hermetia illucens*) SUPPLEMENTATION IN COMMERCIAL FEED**

By

**PUSPA KUSUMAWARDANI**

Goldfish (*Carassius auratus*) has high economic value, however its gonadal maturation process is relatively slow, resulting in inconsistent larvae availability. Improving feed quality through supplementation with maggot meal (*Hermetia illucens*), which is rich in protein and essential fatty acids, is expected to accelerate gonadal maturation and enhance reproductive index. This study aimed to evaluate the effect of maggot meal supplementation in commercial feed on gonadal development and reproductive index of female goldfish, as well as to determine the optimal dosage. The experiment was conducted using a completely randomized design with four treatments, namely control (maggot meal supplementation 0 g/kg feed), P1 (maggot meal supplementation 50 g/kg feed), P2 (maggot meal supplementation 100 g/kg feed), and P3 (maggot meal supplementation 150 g/kg feed) with three replications. Parameters observed included gonad maturity rate (GMR), gonadosomatic index (GSI), egg diameter, and water quality (temperature, pH, and DO). Sampling was carried out every 10 days for 30 days of rearing. Quantitative data were analyzed using Anova followed by Duncan's test, while qualitative data were analyzed descriptively. The results showed that during the 30-day rearing period, supplementation of maggot meal in the commercial diet was able to accelerate gonadal maturation in female goldfish, which initially were in the immature stage (GMR I) and progressed to the regenerating stage (GMR VI). It also increased the highest gonadosomatic index to 18.90% and produced the largest egg diameter value of 0.89 mm. Water quality parameters, including temperature, pH, and DO, remained within optimal ranges according to SNI 9076:2022. The best dosage to improve gonadal development and reproductive index of female goldfish was P3 (supplementation of 150 g/kg feed).

**Keywords:** Goldfish, Gonadal Development, Gonadal Maturity Index, Maggot Meal

## HALAMAN PENGESAHAN

**Judul** : PERKEMBANGAN GONAD DAN INDEKS  
REPRODUKSI IKAN MASKOKI (*Carassius*  
*auratus*) BETINA DENGAN SUPLEMENTASI  
TEPUNG MAGGOT (*Hermetia ilucens*) PADA  
PAKAN KOMERSIAL

**Nama** : Puspa Kusumawardani

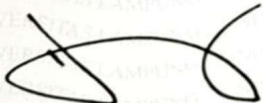
**Nomor Pokok Mahasiswa** : 2114111030

**Jurusan** : Perikanan dan Kelautan

**Fakultas** : Pertanian

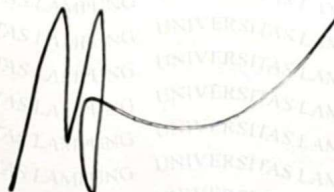
### MENYETUJUI

#### 1. Komisi Pembimbing

  
**Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi., M.Si.**  
NIP. 198407312014041001

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

#### 2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

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



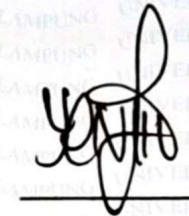
## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

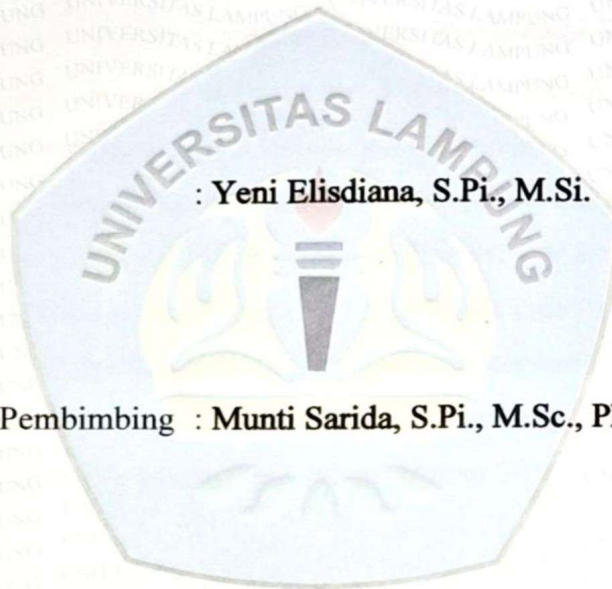
Ketua : Deny Sapto Chondro U., S.Pi., M.Si.



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 : 3 November 2025





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

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

---

**PERNYATAAN ORISINALITAS**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi yang berjudul **“Perkembangan Gonad dan Indeks Reproduksi Ikan Maskoki (*Carassius auratus*) Betina Denga Suplementasi Tepung Maggot (*Hermetia illucens*) Pada Pakan Komersial”** tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

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

Bandar Lampung, 17 November 2025

Yang membuat pernyataan



Puspa Kusumawardani  
NPM. 2114111030

## RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Puspa Kusumawardani yang dilahirkan di Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung, Pada 9 Januari 2003 sebagai anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Masrul Hadri dan Ibu Umi Yatun. Penulis memulai Pendidikan formal dari TK Dharma Wanita 2008-2009, SD Negeri 3 Kuripan pada 2009-2015, MTs Negeri 1 Tanggamus pada 2015-2018, dan SMA Negeri 1 Kotaagung pada 2018-2021.

Penulis melanjutkan Pendidikan ke jenjang starata-1 (S1) sebagai mahasiswi Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN pada tahun 2021. Penulis aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (HIMAPIK) sebagai anggota pada periode 2022-2023. Kemudian penulis menjadi Sekretaris Bidang Pengembangan Minat dan Bakat Himpunan Mahasiswa Jurusan Perikanan dan Kelautan (HIMAPIK).

Penulis memiliki pengalaman sebagai asisten dosen mata kuliah Ikhtiologi tahun akademik 2023/2024, juga memiliki pengalaman magang di Sekolah Usaha Perikanan Menengah (SUPM) Negeri Kotaagung pada tahun 2023. Penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Menanga Jaya, Kecamatan Banjit, Kabupaten Way Kanan, pada tahun 2024 dan melaksanakan kegiatan Praktik Umum di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Sukabumi, Jawa Barat. Penulis melaksanakan penelitian dan menyelesaikan tugas akhir dalam bentuk skripsi pada tahun 2025 dengan judul “Perkembangan Gonad dan Indeks Reproduksi Ikan Maskoki (*Carassius auratus*) Betina Dengan Suplementasi Tepung Maggot (*Hermetia illucens*) Pada Pakan Komersial”.



Untuk orang tua tercinta, Ibu Umi Yatun dan Bapak Masrul Hadri, serta ketiga saudaraku, Dewi Maharani, Anggara Jyana Putra, dan Muhammad Gibran Wijaya. Terima kasih atas segala cinta, pengorbanan, dukungan, dan doa yang senantiasa menyertai setiap langkahku.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Tuhan yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “Perkembangan Gonad dan Indeks Reproduksi Ikan Maskoki (*Carassius auratus*) Betina Dengan Suplementasi Tepung Maggot (*Hermetia illucens*) Pada Pakan Komersial”. adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Munti Sarida, S.Pi. M.Sc. Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Lampung, dan selaku Penguji Utama;
3. Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P. selaku Koordinator Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan;
4. Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama;
5. Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pembantu/Sekretaris dan Dosen Pembimbing Akademik;
6. Kedua orang tua saya, Bapak Masrul Hadri dan Ibu Umi Yatun;
7. Saudara tercinta, Dewi Maharani, Anggara Jyana Putra, Muhammad Gibran Wijaya.

Bandar Lampung,  
Penulis,

**Puspa Kusumawardani**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<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> .....	7
2.1 Biologi Ikan Maskoki ( <i>Carassius auratus</i> ) .....	7
2.2 Reproduksi Ikan .....	8
2.3 Perkembangan Gonad Ikan Betina .....	11
2.5 Maggot ( <i>Hermetia illucens</i> ) .....	13
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	16
3.1 Waktu dan Tempat .....	16
3.1.1 Waktu .....	16
3.1.2 Tempat .....	16
3.2 Bahan dan Alat .....	16
3.2.1 Bahan .....	16
3.2.2 Alat .....	17
3.3 Rancangan Penelitian .....	17

3.4 Prosedur Penelitian.....	19
3.4.1 Persiapan Wadah.....	19
3.4.2 Persiapan Ikan Uji dan Aklimatisasi.....	19
3.4.3. Persiapan Pakan Perlakuan.....	19
3.4.4 Pemeliharaan Ikan Uji.....	20
3.4.5 Pengambilan Sampel.....	20
3.5 Parameter Penelitian.....	21
3.5.1 Tingkat Kematangan Gonad (TKG).....	21
3.5.2 Indeks Kematangan Gonad (IKG).....	21
3.5.3 Diameter Telur.....	22
3.5.4 Kualitas Air.....	22
3.6 Analisis Data.....	22
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>23</b>
4.1 Hasil.....	23
4.1.1 Kandungan Nutrisi Pakan Uji.....	23
4.1.2 Tingkat Kematangan Gonad (TKG).....	24
4.1.3 Indeks Kematangan Gonad (IKG).....	25
4.1.4 Diameter Telur.....	27
4.1.5 Kualitas Air.....	28
4.2 Pembahasan.....	29
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>36</b>
5.1 Simpulan.....	36
5.2 Saran.....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>43</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tingkat kematangan gonad (TKG) pada ikan betina secara histologis (Brown-Petersen et al., 2011) .....	12
2. Bahan-bahan yang digunakan selama penelitian .....	16
3. Alat-alat yang digunakan selama penelitian.....	17
4. Kandungan nutrisi pakan dengan dosis suplementasi tepung maggot berbeda	23
5. Perkembangan gonad induk maskoki betina.....	24
6. Parameter kualitas air selama penelitian .....	28

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	5
2. Ikan maskoki ( <i>Carassius auratus</i> ).....	8
3. Skema proses oogenesis.....	9
4. Proses HPG <i>axis</i> .....	10
5. Maggot ( <i>Hermetia illucens</i> ).....	14
6. Tata letak wadah pemeliharaan .....	18
7. Representatif histologi ovarium yang menunjukkan fase perkembangan (A) <i>Immature</i> (TKG I) (B) <i>Developing gonads</i> (TKG II) (C) <i>Spawning capable</i> (TKG III) (D) <i>Actively spawning</i> (TKG IV) pada ikan maskoki betina .....	24
8. Indeks kematangan gonad maskoki betina dengan dosis suplementasi tepung maggot berbeda .....	25
9. Fluktuasi peningkatan IKG maskoki betina dengan dosis suplementasi tepung maggot berbeda .....	26
10. Diameter telur maskoki betina dengan dosis suplementasi tepung maggot berbeda .....	27
11. Fluktuasi peningkatan diameter telur maskoki betina dengan dosis suplementasi tepung maggot berbeda.....	28

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil uji proksimat pakan uji .....	44
2. Data IKG maskoki betina hari ke-10 .....	45
3. Data IKG maskoki betina hari ke-20 .....	47
4. Data IKG maskoki betina hari ke-30 .....	49
5. Data diameter telur maskoki betina hari ke-10 .....	51
6. Data diameter telur maskoki betina hari ke-20 .....	53
7. Data diameter telur maskoki betina hari ke-30 .....	55

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Salah satu komoditas perikanan Indonesia yang memiliki peluang dalam meningkatkan perdagangan negara pada sektor non migas adalah ikan hias (Nazhira et al., 2017). Berdasarkan data nilai produksi ikan hias di Indonesia pada triwulan I tahun 2024 mencapai 0,34 milyar ekor, sementara itu jika dibandingkan dengan produksi triwulan I tahun 2023 maka terjadi peningkatan produksi sebesar 1,99 % (KKP, 2024). Ikan maskoki merupakan salah satu ikan hias yang banyak diminati serta mempunyai nilai estetika yang cukup tinggi. Harga jual benih ikan maskoki ukuran (5-7 cm) ke pengepul bisa mencapai Rp2.000-5.000/ekor dan untuk induk yang belum matang gonad harganya dapat mencapai Rp75.000/pasang, sedangkan untuk indukan yang sudah matang gonad harganya dapat mencapai Rp250.000/pasang (Nirmala et al., 2011). Usaha budi daya ikan maskoki mempunyai prospek yang sangat menjanjikan sehingga perlu dikembangkan. Semakin banyak usaha budi daya ikan maskoki, semakin besar juga tantangan yang dihadapi oleh para pembudidayanya.

Salah satu kendala yang dihadapi dalam budi daya ikan maskoki adalah kegiatan pemijahan yang tidak maksimal dikarenakan kegagalan persiapan induk yang matang gonad sehingga ketersediaan benih yang tidak kontinyu. Maskoki memerlukan waktu yang cukup lama untuk mencapai kematangan gonad pertama kali (Fajrin et al., 2012). Menurut Ortega-Salas & Reyes-Bustamante (2006), ikan maskoki umumnya mencapai kematangan gonad pertama kali pada usia sekitar 225 hari atau sekitar 7-8 bulan. Dibandingkan dengan jenis ikan lainnya, frekuensi pemijahan maskoki cenderung lebih lama, dengan tingkat pembuahan yang



yang berkisar antara 50–60% dan tingkat penetasan sekitar 40–50% (Ginting et al., 2014). Kendala tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu faktor genetik, lingkungan dan nutrisi.

Faktor genetik yaitu maskoki merupakan salah satu anggota famili Cyprinidae memang memiliki fase pertumbuhan somatik yang panjang sebelum energi dialokasikan untuk perkembangan gonad (Ladisa et al., 2022), sehingga kematangan gonad awal biasanya baru tercapai pada usia 7-8 bulan. Faktor lingkungan yaitu kualitas air sangat penting untuk pematangan gonad maskoki, suhu yang terlalu rendah akan menunda terjadinya reproduksi (Wieland et al., 2000), oksigen terlarut (DO) rendah dapat menurunkan kadar vitelogenin pada ikan maskoki betina sehingga memperlambat maturasi gonad (Bera et al., 2017). Selain itu, ketersediaan nutrisi makronutrien seperti protein, lipid, vitamin, dan asam amino esensial juga sangat krusial dalam mensintesis vitellogenin dan estradiol, yang merupakan komponen utama dalam pertumbuhan oosit dan tubuh gonad (Limbu et al., 2022). Kandungan nutrisi pada pakan juga berkontribusi terhadap keberhasilan reproduksi dan kelangsungan hidup benih yang dihasilkan (Ibrahim et al., 2020). Oleh karena itu, pakan yang diberikan kepada induk harus mengandung nutrisi yang seimbang.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi pada induk ikan maskoki adalah dengan memanipulasi nutrisi. Unsur nutrisi yang berperan dalam pematangan gonad khususnya vitellogenesis antara lain protein, asam lemak, karbohidrat, dan vitamin. Salah satu bahan baku lokal yang dipergunakan sebagai sumber protein hewani pakan adalah maggot. Tepung maggot BSFL (*Black Soldier Fly Larvae*) semakin menjadi alternatif protein fungsional dalam pakan ikan. BSFL memiliki kandungan protein tinggi (40–54 %), asam amino esensial (termasuk lisin dan metionin), serta asam lemak esensial yang mendukung kualitas telur dan pematangan gonad (Windarto et al., 2023).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ogunji et al. (2021), menunjukkan bahwa pemberian pakan berupa tepung maggot secara signifikan mempercepat perkembangan gonad, meningkatkan *gonadosomatic index* (GSI) pada lele jantan dan betina selama 6 bulan pemeliharaan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Faizal (2021), tepung maggot meningkatkan visualisasi telur,

tingkat kematangan gonad (TKG) dari TKG II–III menjadi TKG III–IV, dengan IKG berkisar 7,95–8,65 dalam 60 hari pemeliharaan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Apridedi & Eriza (2022), penggunaan 50% maggot dan 50% pakan komersil sedikit memberikan pengaruh terhadap indeks kematangan gonad dibandingkan dengan penggunaan 100% pakan komersil dalam pengamatan yang dilakukan. Kajian ilmiah mengenai penggunaan tepung maggot dalam fase persiapan induk ikan maskoki belum pernah ada. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian mengenai suplementasi tepung maggot pada pakan komersial untuk meningkatkan perkembangan gonad ikan maskoki sehingga performa reproduksi dapat ditingkatkan.

## 1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengevaluasi pemberian suplementasi tepung maggot pada pakan komersial terhadap perkembangan gonad dan indeks reproduksi ikan maskoki (*Carassius auratus*).
2. Menentukan dosis terbaik dari pemberian suplementasi tepung maggot pada pakan komersial terhadap perkembangan gonad dan indeks reproduksi ikan maskoki (*Carassius auratus*).

## 1.3 Manfaat

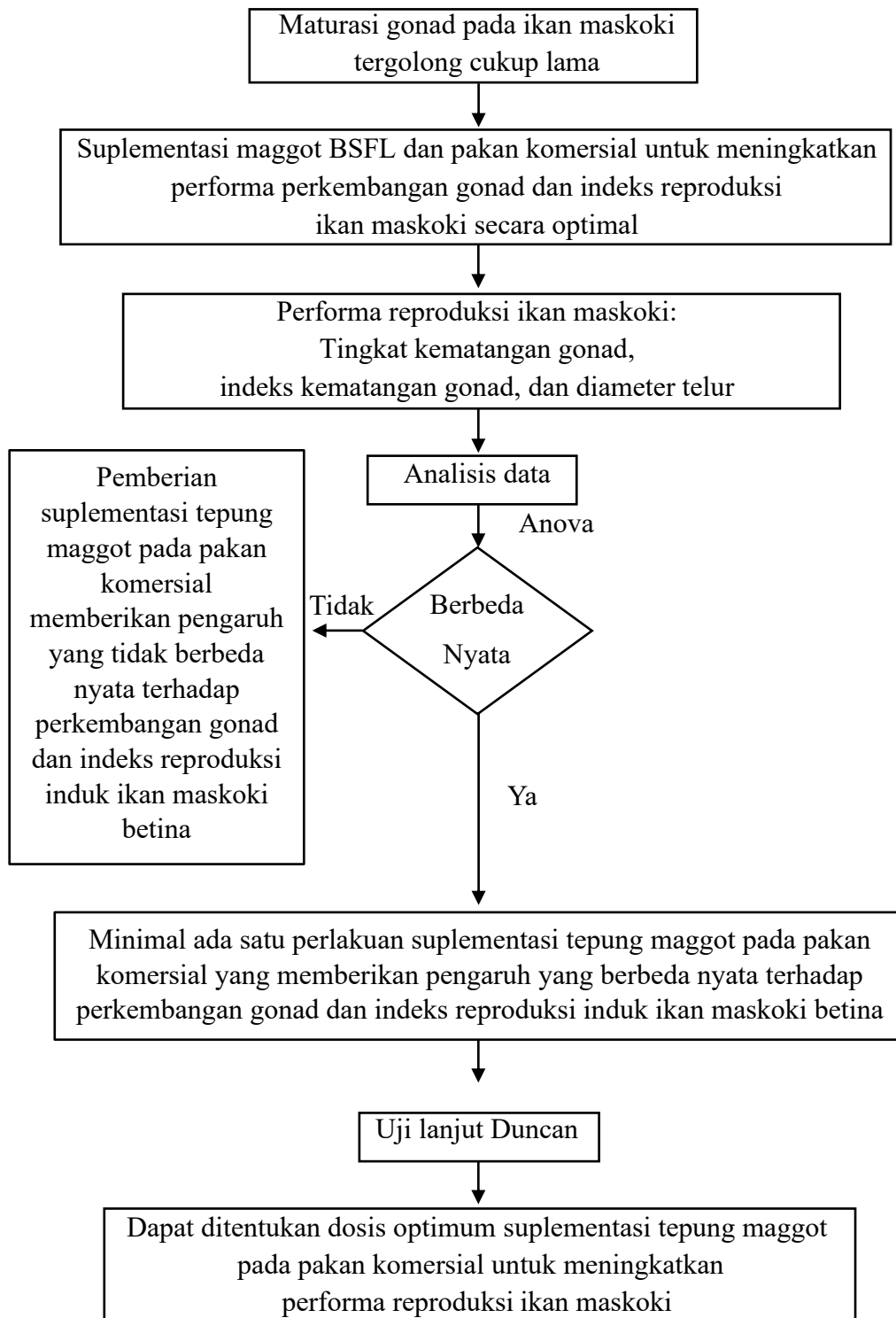
Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi industri akuakultur, khususnya dalam meningkatkan efisiensi pakan dan kualitas reproduksi ikan hias. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat mendukung pemanfaatan sumber pakan alternatif yang lebih ekonomis dan berkelanjutan guna mendukung peningkatan produktivitas budi daya ikan maskoki.

## 1.4 Kerangka Pikir

Semakin banyak usaha budi daya ikan maskoki maka semakin besar juga tantangan yang dihadapi oleh pembudi daya. Salah satu kendala yang dihadapi dalam budi daya ikan maskoki adalah kegiatan pemijahan yang tidak maksimal dikarenakan kegagalan persiapan induk yang matang gonad, karena terkait matu-

rasi pada ikan maskoki tergolong cukup lama. Hal ini diduga karena adanya ketidakseimbangan antara nutrisi dan lingkungan yang diperoleh ikan untuk memenuhi kebutuhan reproduksi awal. Kekurangan protein berkualitas tinggi atau lipid esensial dapat menghambat pematangan gonad, serta memengaruhi kualitas dan jumlah telur. Mengandalkan satu jenis pakan, seperti pakan komersial, membatasi diversifikasi sumber nutrisi yang diperlukan untuk mendukung performa reproduksi yang optimal. Dengan tidak adanya bahan pakan tambahan, peluang untuk meningkatkan efisiensi pakan dan performa ikan menjadi terbatas.

Maggot (*Hermetia illucens*) merupakan sumber protein berkualitas tinggi yakni mencapai 40-60% yang esensial untuk pertumbuhan dan reproduksi ikan sehingga berpotensi menjadi bahan tambahan dalam formulasi pakan. Maggot mengandung vitamin B kompleks (B1, B2, B6, B12), vitamin E, dan vitamin A. Mencampurkan tepung maggot pada pakan komersial diharapkan mampu meningkatkan performa perkembangan gonad dan indeks reproduksi ikan maskoki secara optimal. Maggot dapat menggantikan sebagian atau seluruh protein hewani dalam pakan, sehingga menurunkan biaya pakan tanpa mengurangi hasil reproduksi. Saat ini studi dan informasi tentang pengaruh suplementasi tepung maggot pada pakan komersial dalam optimalisasi pematangan gonad ikan maskoki belum ada, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai performa reproduksi induk ikan maskoki melalui suplementasi tepung maggot pada pakan komersial. 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 yaitu sebagai berikut:

### 1. Tingkat kematangan gonad

H0:  $\tau_i = 0$  : Pemberian suplementasi tepung maggot pada pakan komersial memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap tingkat kematangan gonad induk ikan maskoki betina.

H1:  $\tau_i \neq 0$  : Minimal ada satu perlakuan suplementasi tepung maggot pada pakan komersial yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tingkat kematangan gonad induk ikan maskoki betina.

### 2. Indeks kematangan gonad

H0:  $\tau_i = 0$  : Pemberian suplementasi tepung maggot pada pakan komersial memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap indeks kematangan gonad induk ikan maskoki betina.

H1:  $\tau_i \neq 0$  : Minimal ada satu perlakuan suplementasi tepung maggot pada pakan komersial yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tingkat kematangan gonad induk ikan maskoki betina.

### 3. Diameter telur

H0:  $\tau_i = 0$  : Pemberian suplementasi tepung maggot pada pakan komersial tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap diameter telur induk ikan maskoki betina.

H1:  $\tau_i \neq 0$  : Minimal ada satu perlakuan suplementasi tepung maggot pada pakan komersial yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap diameter telur induk ikan maskoki betina.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biologi Ikan Maskoki (*Carassius auratus*)

Menurut *Integrated Taxonomic Information System Report* (2025), klasifikasi ikan maskoki adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Subphylum	: Vertebrata
Superclass	: Osteichthyes
Class	: Actinopterygii
Subclass	: Neopterygii
Infraclass	: Teleostei
Superorder	: Ostariophysi
Order	: Cypriniformes
Superfamily	: Cyprinoidea
Family	: Cyprinidae
Genus	: <i>Carassius</i>
Spesies	: <i>Carassius auratus</i> , Linnaeus (1758)

Morfologi ikan maskoki menyerupai ikan karper (ikan mas), yaitu sama sama mempunyai sirip yang lengkap antara lain sirip punggung, sirip dada, sirip perut, sirip anal atau dubur, sirip ekor serta mempunyai sisik yang berderet rapi. Bentuk tubuh ikan maskoki pendek dan gemuk, sehingga gerakan tubuhnya sangat menarik saat berenang (Kucinski et al., 2015). Prastari & Harefa (2020), menyebutkan bahwa pada umumnya, bentuk tubuh ikan maskoki unik, bermata besar dan agak menonjol ke luar, serta memiliki warna sisik yang menarik dan beraneka ragam. Selain itu, ikan maskoki tergolong cukup adaptif terhadap lingkungan yang baru. Morfologi ikan maskoki betina dapat dilihat pada Gambar 2.



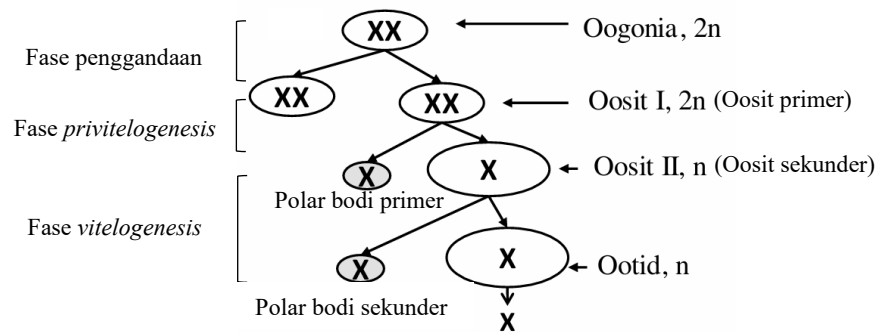
Gambar 2. Ikan maskoki (*Carassius auratus*)

## 2.2 Reproduksi Ikan

Reproduksi dapat diartikan sebagai proses biologis dimana suatu organisme mewariskan karakteristik dari induknya kepada keturunannya guna memastikan kelangsungan hidup spesies tersebut. Kajian mengenai biologi reproduksi ikan sangat penting dan menjadi dasar dalam merancang strategi yang lebih efektif untuk konservasi serta pengelolaan sumber daya perikanan. Beberapa aspek utama dalam biologi reproduksi mencakup kematangan gonad, fekunditas, ukuran diameter telur, tingkat keberhasilan pembuahan, dan tingkat penetasan. Pemijahan, sebagai bagian dari proses reproduksi, merupakan tahapan penting dalam siklus hidup yang menentukan kelangsungan populasi ikan (Anjani et al., 2018).

Diferensiasi oosit dan vitelogenesis umumnya merupakan proses yang terjadi pada perkembangan gonad ikan betina. Pada gamet betina, proses pembentukan dan perkembangan sel kelamin disebut oogenesis, yang berlangsung di ovarium sejak fase embrio. Di dalam ovarium janin telah terdapat sel induk atau sel awal yang dikenal sebagai oogonium. Selama tahap embrional, oogonium mengalami perkembangan menjadi oosit primer melalui pembelahan mitosis. Selanjutnya, oosit primer akan berkembang menjadi oosit sekunder melalui pembelahan meiosis (profase I), namun proses ini berhenti sementara pada tahap metafase II dan tidak langsung berlanjut. dalam pembelahan meiosis, oosit primer menghasilkan dua sel dengan ukuran berbeda. Sel berukuran lebih kecil disebut badan polar pertama (*polar body I*) yang membelah lagi membentuk dua badan polar kedua (*polar body II*) dengan ukuran sama. Sementara itu, sel yang lebih besar adalah oosit sekunder yang berada pada tahap metafase II. proses oogenesis mencapai tahap akhir ketika terjadi fertilisasi, yaitu saat spermatozoa bertemu

dengan oosit sekunder. Setelah fertilisasi, oosit sekunder melanjutkan pembelahan meiosis II dan membentuk satu sel telur matang (ootid atau ovum) serta satu badan polar kedua (*polar body II*). Pada tahap ini, inti sel telur siap bersatu dengan inti spermatozoa untuk membentuk zigot (Hayati, 2019). Skema proses oogenesis dapat dilihat pada Gambar 3.

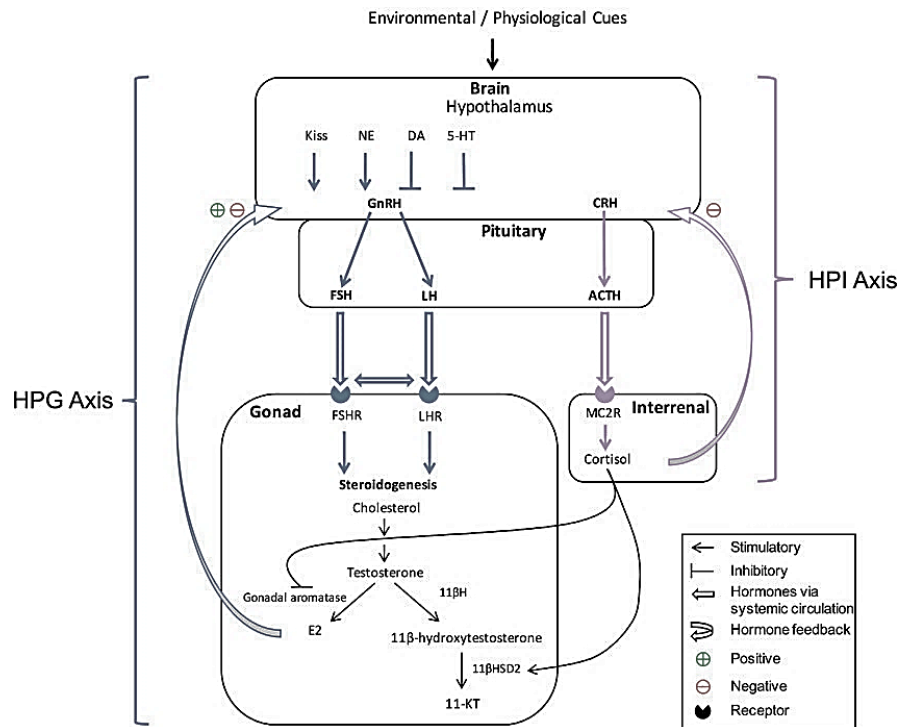


Gambar 3. Skema proses oogenesis

Sumber: Hayati, 2019

Perkembangan gonad pada ikan dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu sinyal lingkungan, sistem hormon, dan organ reproduksi. Mekanisme poros hipotalamus–hipofisis–gonad (HPG *axis*) berperan penting dalam mengatur proses reproduksi ikan melalui sistem hormonal (Muzahar, 2020). Hormon estrogen, khususnya estradiol-17 $\beta$ , berperan dalam sintesis vitelogenin di hati, sedangkan hormon gonadotropin berfungsi mempercepat tahap akhir pematangan oosit menjelang ovulasi (Yuniar, 2017).

Proses perkembangan gonad diawali dengan sekresi FSH (*follicle stimulating hormone*) oleh kelenjar hipofisis ke dalam aliran darah. Hormon ini bekerja pada sel folikel yang mengelilingi oosit untuk menstimulasi pembentukan hormon steroid seks, yaitu estrogen (estradiol-17 $\beta$ ), yang berperan dalam proses vitelogenesis. Mekanisme proses HPG *axis* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses HPG axis

Sumber: Thomas et al. (2018)

Proses vitellogenesis pada ikan betina terdiri atas tiga tahap utama, yaitu sintesis vitellogenin di hati, transportasi vitellogenin ke ovarium, serta akumulasi dan pematangan oosit. Tahap pertama dimulai dari pengaruh hormon estradiol-17 $\beta$  yang diproduksi oleh sel folikel ovarium dan berikatan dengan reseptor estrogen di hati. Aktivasi reseptor ini menstimulasi transkripsi gen vitellogenin, yaitu protein kompleks yang tersusun atas asam amino, fosfolipid, dan asam lemak esensial. Asam amino berperan sebagai bahan dasar pembentuk rantai polipeptida vitellogenin, sedangkan asam lemak esensial seperti DHA, EPA, dan ARA diintegrasikan ke dalam fraksi lipid vitellogenin untuk membentuk lipoprotein kompleks yang penting bagi pertumbuhan oosit (Hara et al., 2016).


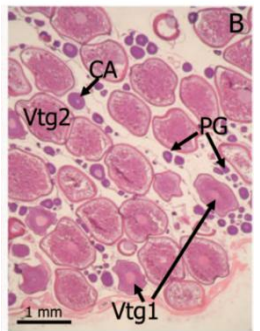
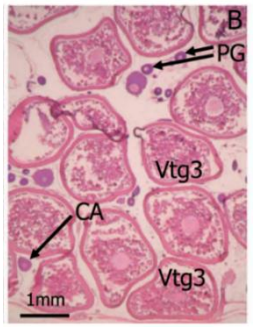
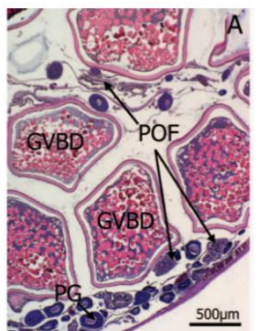
Selanjutnya, pada tahap kedua, vitellogenin yang disintesis di hati dilepaskan ke aliran darah dan diangkut menuju ovarium. Di dalam ovarium, vitellogenin dikenali oleh reseptor vitellogenin (VtgR) pada membran oosit, lalu masuk melalui proses endositosis. Setelah berada di dalam oosit, vitellogenin dipecah menjadi protein kuning telur seperti lipovitelin dan fosvitin yang berfungsi sebagai sumber protein dan energi utama bagi perkembangan embrio (Navas et al., 1995).

Tahap akhir perkembangan oosit ditandai oleh akumulasi dan pematangan oosit, di mana vitellogenin yang disintesis di hati akibat rangsangan estrogen kemudian diambil oleh oosit dan diubah menjadi butiran kuning telur (*yolk granules*) melalui proses vitellogenesis (Lubzens et al., 2010). Proses ini menyebabkan peningkatan ukuran oosit, perubahan sitoplasma, serta pematangan inti sel telur. Pada tahap ini, asam lemak esensial berperan penting dalam pembentukan membran sel telur dan mendukung perkembangan embrio awal, sedangkan asam amino esensial diperlukan untuk sintesis protein-protein penting yang menentukan kualitas dan viabilitas telur (Izquierdo et al., 2001). Ketiga tahap tersebut berlangsung secara terkoordinasi di bawah pengaruh hormon dan nutrisi, sehingga sangat menentukan keberhasilan pematangan gonad dan reproduksi ikan betina.

### 2.3 Perkembangan Gonad Ikan Betina

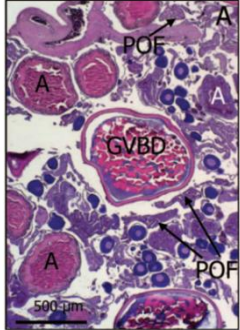
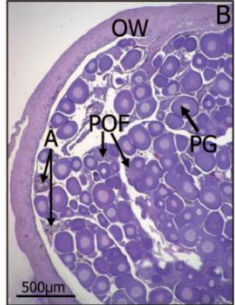
Aspek reproduksi juga memiliki keterkaitan erat dengan tingkat kematangan gonad (TKG), sehingga keduanya saling berhubungan. Kematangan gonad dipengaruhi oleh berbagai faktor, yang secara umum terbagi menjadi faktor internal dan eksternal. Faktor internal mencakup spesies, usia, ukuran tubuh, serta kondisi fisiologis individu, sedangkan faktor eksternal meliputi suhu, pakan, dan arus air (Lagler et al., 1977). Secara umum, perkembangan gonad ikan terbagi menjadi dua tahap utama, yaitu tahap pertumbuhan gonad hingga mencapai kematangan seksual (*sexually mature*) dan tahap pematangan gamet (*gamet maturation*). Perkembangan gonad khususnya pada ikan betina terjadi sebagai hasil dari proses vitellogenesis, yaitu akumulasi zat di dalam sel telur. Proses ini berlangsung secara berkelanjutan selama fungsi reproduksi ikan berjalan dengan normal (Ma'ruf et al., 2019). Tingkat kematangan gonad ikan betina secara histologi menurut Brown-Petersen et al. (2011) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat kematangan gonad (TKG) pada ikan betina secara histologis (Brown-Petersen et al., 2011)

Tahapan	Histologi	Gambar
I. <i>Immature</i> (belum matang gonad)	Hanya ada oogonia, oosit primer, kromatin nukleolus, oosit perinukleolus dan tidak cacat	
II. <i>Developing Gonads</i> (Gonad mulai berkembang)	Kemungkinan terdapat oosit, pertumbuhan primer, dan vitelogenesis awal. Atresia kemungkinan dapat terjadi.	
III. <i>Spawning Capable</i> (Mampu memijah)	Adanya oosit vitelogenik, dapat terjadi beberapa atresia dan gonad <i>post ovulatory follicle</i> (POF), VTG 3 oosit hadir, serta dapat menentukan fekunditas.	
IV. <i>Actively Spawning</i> (Aktif memijah)	Adanya <i>germinal vesicle migration</i> (GVM) dan <i>germinal vesicle break down</i> (GVBD), oosit terhidrasi, beberapa atresia telah muncul, fekunditas relatif tidak tentu, dan oosit kurang berkembang.	



Tabel 1. Tingkat kematangan gonad (TKG) pada ikan betina secara histologis (Brown-Petersen et al., 2011) (lanjutan)

Tahapan	Histologi	Gambar
V. <i>Regressing</i> (Pasca memijah)	Terdapat atresia, oosit vitelogenik yang mengalami atresia sering terjadi, oosit kurang berkembang, dan gonad <i>post follicies ovulasi</i> (POF) kemungkinan terjadi.	
VI. <i>Regenerating</i> (Perkembangan kembali)	Hanya terdapat oosit primer, termasuk kromatin nukleolus, oosit perinukloral, pembuluh darah membesar, dinding ovarium menebal, dan atresia kemungkinan dapat terjadi.	

Keterangan: (CA) *cortical alveolar oocyte*, (PG) *primary growth oocyte*, (Vtg 2) *secondary vitellogenic oocyte*, (Vtg 3) *tertiary vitellogenic oocyte*, (POF) *post follicies ovulasi*, (GVBD) *germinal vesicle breakdown*, (A) *atresia* (OW) *ovarian wall*

## 2.5 Maggot (*Hermetia illucens*)

Menurut Caruso et al. (2014), klasifikasi maggot adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia  
 Filum : Arthropoda  
 Kelas : Insecta  
 Sub Kelas : Pterygota  
 Ordo : Diptera  
 Famili : Stratiomyidae  
 Genus : *Hermetia*  
 Species : *Hermetia illucens*

Maggot yang merupakan larva dari lalat *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*), adalah salah satu jenis serangga yang umum ditemukan di berbagai wilayah, terutama di daerah yang memiliki tingkat kelembaban tinggi sesuai dengan habitat alaminya. Lalat ini memiliki tubuh berwarna hitam dengan segmen basal abdomen yang transparan, sering disebut sebagai “*wasp waist*” sehingga

menyerupai bagian perut lebah dapat dilihat pada Gambar 5. Ukuran lalat dewasa berkisar antara 15 hingga 20 mm dengan masa hidup sekitar 5 hingga 8 hari. Keunikan dari lalat dewasa adalah tidak memiliki mulut yang berfungsi, karena tujuan utamanya adalah untuk berkembang biak. Setelah keluar dari tahap pupa, sayap mereka masih dalam keadaan terlipat, tetapi seiring waktu akan berkembang hingga menutupi bagian toraks. Lalat betina umumnya memiliki usia yang lebih pendek dibandingkan dengan lalat jantan (Dewi et al., 2021).

Berdasarkan penelitian Fahmi (2015), maggot mengandung protein sebesar 40-60% dan dapat digunakan sebagai pakan ikan baik dalam bentuk segar maupun dalam bentuk tepung maggot. Selain itu, maggot memiliki organ penyimpanan yang disebut *trophocytes*, yang berperan dalam menyimpan nutrisi yang diperoleh dari media tempatnya tumbuh dan berkembang (Purnamasari et al., 2023).



Gambar 5. Maggot (*Hermetia illucens*)  
Sumber: Andriani et al. (2020)

Maggot *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) memiliki kadar protein sekitar 30-45% dan nilai asam amino, asam lemak, dan mineral yang terkandung di dalam maggot juga tidak kalah dengan sumber-sumber protein lainnya, sehingga dapat dijadikan sebagai sumber pakan alternatif bagi ikan (Amandanisa & Suryadarma, 2020). Menurut Widianingrum et al. (2021), maggot diketahui mengandung asam lemak jenuh yaitu asam laurat dalam jumlah yang cukup tinggi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Lestari et al. (2023), hasil uji proksimat tepung maggot memiliki kandungan nutrisi dalam berat kering yaitu nilai kandungan protein berkisar 33,15-48,36%, lemak 19,35-41,92%, kadar abu 0,63-9,19%, serat kasar 5,98-7,57%, dan BETN 15,51-18,30%, jenis asam amino esensial nya yang ditemukan adalah Histidin, Threonin, Arginin, Valin, Phenylalanin, Isoleusin, Leusin, dan Lysin, sedangkan jenis asam amino non-

esensial yang ditemukan adalah Asparticacid, Glutamicacid, Serin, Glisin, Alanin, dan Tyrosin. Kandungan tertinggi untuk asam amino esensial pada maggot yaitu Valin dan Leusin dengan nilai berturut turut 7,21-7,93% dan 7,14-7,53%. Adapun nilai kandungan asam amino esensial berkisar 29,53-30,96% dan non esensial berkisar 64,44-65,53%.

Kandungan nutrisi media tumbuh maggot sangat menentukan nutrisi maggot yang akan dihasilkan nantinya semakin baik kualitas nutrien yang terdapat pada media tumbuh, maka maggot yang dihasilkan juga mengandung nutrien yang baik (Maulana et al., 2021). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Maulana et al. (2021), hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa media yang menghasilkan kadar air maggot BSF yang terendah yaitu ampas tahu ( $77,14 \pm 0,53\%$ ); media tumbuh yang terbaik menghasilkan kadar protein maggot tertinggi adalah media tumbuh ampas kelapa ( $37,71 \pm 0,54\%$ ) dan media tumbuh yang terbaik menghasilkan berat segar maggot tertinggi adalah media tumbuh ampas tahu ( $380,67 \pm 43,11\text{g}$ ). Maggot juga mengandung senyawa antibakteri yang bermanfaat bagi kesehatan ikan. Kemampuannya dalam menguraikan limbah organik sebagai media pertumbuhan membuat maggot mudah untuk dibudidayakan dalam skala besar.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

##### 3.1.1 Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juni 2025.

##### 3.1.2 Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Budidaya Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan Balai Veteriner Lampung, dan Laboratorium Kimia Pengolahan dan Sensoris Hasil Pertanian, Universitas Sriwijaya.

#### 3.2 Bahan dan Alat

##### 3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Bahan-bahan yang digunakan selama penelitian

No.	Nama Bahan	Konsentrasi	Merk	Fungsi
1	Calon induk ikan maskoki betina	Usia 5-6 bulan	-	Ikan uji.
2	Tepung maggot	-	Maggot nusantara	Bahan suplementasi (pakan uji).
3	Pakan komersial	Bentuk pellet	<i>Breeder Pro</i>	Pakan buatan (pakan uji).
4	Larutan NBF	10%	Paraform	Perendam gonad ikan.
5	Etanol	70%	Etanol	Perendam gonad ikan.
4	Air tandon	-	-	Media pemeliharaan.
5	Garam ikan	Non iodium	Garam ikan	Bahan disinfektan.

### 3.2.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Alat-alat yang digunakan selama penelitian

No.	Nama Alat	Konsentrasi	Merk	Fungsi
1	Akuarium	Ukuran 40×30×30 cm <sup>3</sup>	-	Wadah pemeliharaan.
2	Instalasi aerasi	-	-	Penyuplai oksigen.
3	Timbangan analitik	0,001g – 500g	Sojikyō	Menimbang gonad ikan.
4	Baskom	Diameter 24×8,5 cm		Wadah untuk pengambilan ikan.
5	Timbangan digital	1g – 5kg	Camry	Menimbang bobot ikan uji.
6	Selang sifon	Panjang 130 cm	-	Membersihkan akuarium.
7	<i>Scoopnet</i>	Panjang 10 cm	-	Mengambil ikan.
8	Alat bedah	-	Gold cross	Membedah ikan.
9	Botol sampel	Ukuran 50cc	-	Wadah sampel gonad.
10	Mikroskop	-	Leica	Mengamati objek penelitian.
11	Alat tulis	-	-	Mencatat hasil data.
12	Kamera	Resolusi 50 MP	Samsung A35	Mendokumentasikan kegiatan penelitian.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan yaitu metode rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan yang diberikan berupa suplementasi tepung maggot pada pakan komersial, dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Adapun perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Kontrol : Suplementasi tepung maggot 0 g/kg pakan

P1 : Suplementasi tepung maggot 50 g/kg pakan

P2 : Suplementasi tepung maggot 100 g/kg pakan

P3 : Suplementasi tepung maggot 150 g/kg pakan

Model rancangan acak lengkap RAL yang digunakan adalah:

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

Keterangan :

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

$\mu$  : nilai tengah umum

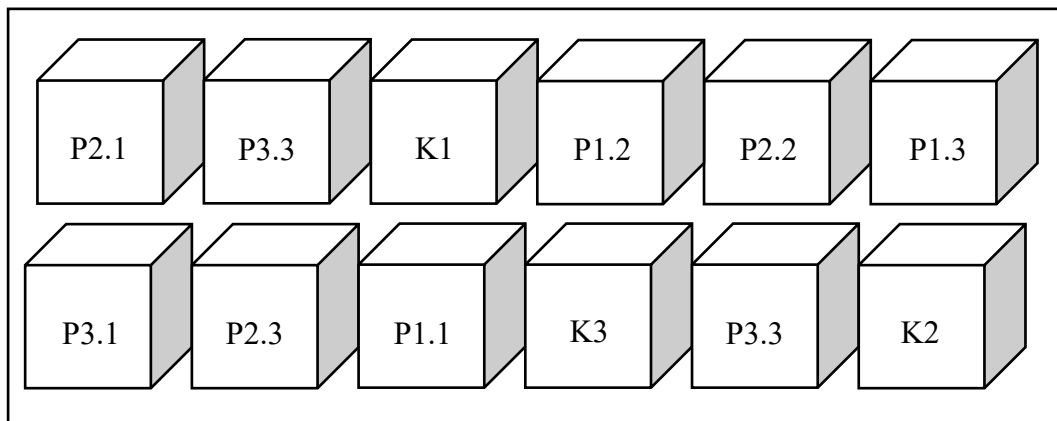
$\tau$  : pengaruh pakan ke-i

$ij$  : galat percobaan pada pengaruh kombinasi maggot pada pakan ke-i dan ulangan ke-j

$i$  : perlakuan pakan ke-i

$j$  : ulangan ke-j

Ilustrasi tata letak akuarium pemeliharaan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tata letak wadah pemeliharaan

Keterangan:

K1, K2, dan K3 : Perlakuan kontrol dan 1, 2, 3 merupakan ulangan

P1.1, P1.1, dan P1.3 : Perlakuan P1 dan 1, 2, 3 merupakan ulangan

P2.1, P2.1, dan P2.3 : Perlakuan P2 dan 1, 2, 3 merupakan ulangan

P3.1, P3.1, dan P3.3 : Perlakuan P3 dan 1, 2, 3 merupakan ulangan

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Persiapan Wadah

Wadah yang digunakan adalah akuarium berukuran  $40 \times 30 \times 30 \text{ cm}^3$  sebanyak 12 buah. Sebelum digunakan, akuarium terlebih dahulu disterilisasi dengan cara dibersihkan menggunakan spons, kemudian dibilas dengan air bersih dan dikeringkan selama satu hari. Setelah proses sterilisasi selesai, masing-masing akuarium diisi dengan 25 L air. Selanjutnya, setiap akuarium dilengkapi dengan selang aerasi yang disesuaikan dengan kebutuhan ikan.

#### 3.4.2 Persiapan Ikan Uji dan Aklimatisasi

Ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah calon induk ikan maskoki betina yang belum pernah mengalami pemijahan umur 5-6 bulan. Sebelum ikan ditempatkan dalam akuarium pemeliharaan, diaklimatisasi terlebih dahulu selama 15 menit dengan cara memasukkan plastik ikan kedalam kontainer yang berisi air, lalu ditebar secara perlahan. Sebelum diberikan perlakuan, ikan terlebih dahulu diadaptasikan dengan lingkungan baru dengan cara dipelihara selama tujuh hari dalam akuarium pemeliharaan. Proses adaptasi ini bertujuan agar ikan dapat menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan barunya. Ikan ditebar pada akuarium pemeliharaan dengan padat tebar 1 ekor/3L (7 ekor/akuarium).

#### 3.4.3. Persiapan Pakan Perlakuan

Pakan perlakuan yang digunakan adalah pakan komersial yang dicampur dengan tepung maggot sesuai dengan masing-masing perlakuan, yaitu kontrol (suplementasi tepung maggot 0 g/kg pakan), P1 (suplementasi tepung maggot 50 g/kg pakan), P2 (suplementasi tepung maggot 100 g/kg pakan), dan P3 (suplementasi tepung maggot 150 g/kg pakan).

Langkah awal dalam pembuatan pakan perlakuan yaitu pakan komersial merk "*Breeder Pro*" dengan kadar protein 35% dihaluskan terlebih dahulu lalu akan dicampurkan dengan tepung maggot sesuai dosisi perlakuan. Proses pencampuran dilakukan dengan cara tepung maggot ditimbang terlebih dahulu sesuai perlakuan dan dimasukkan kedalam baskom. Kemudian, pakan komersial ditimbang sesuai perlakuan dan dimasukkan kedalam baskom yang sudah berisi

tepung maggot. Campuran tersebut diaduk hingga merata lalu ditambahkan air sedikit demi sedikit hingga sudah didapatkan adonan pakan yang diinginkan. Jika adonan pakan sudah diaduk secara merata kemudian pakan dicetak dan dikeringkan dengan cara dijemur dibawah matahari hingga kering. Pakan hasil perlakuan ini kemudian disimpan dalam wadah kedap, pakan siap digunakan untuk penelitian. Sampel pakan uji akan dikirimkan ke Laboratorium Kimia Pengolahan dan Sensoris Hasil Pertanian, Universitas Sriwijaya untuk diuji proksimat.

#### **3.4.4 Pemeliharaan Ikan Uji**

Selama tahap pemeliharaan ikan diberi pakan perlakuan dengan FR (*feeding rate*) 3% sebanyak 2 kali sehari selama 30 hari masa pemeliharaan. Pembersihan kotoran ikan dilakukan setiap hari dengan metode penyiponan. Jika kualitas air memburuk, yang ditandai dengan munculnya busa di permukaan air, penumpukan kotoran di sisi akuarium, serta air yang mulai keruh, maka dilakukan penggantian air sebanyak 75%.

#### **3.4.5 Pengambilan Sampel**

Pengambilan sampel dilakukan pada hari ke-0, 10, 20, dan 30 masa pemeliharaan. Pada pengambilan sampel hari-0 diambil 3 ekor ikan stok, sedangkan pada hari ke-10, 20, dan 30 diambil masing-masing 1 ekor/ulangan. Langkah yang dilakukan saat pengambilan sampel adalah ikan di timbang terlebih dahulu bobot tubuhnya. Kemudian ikan dibedah menggunakan pisau bedah dan diambil gonadnya. Setelah gonad diambil kemudian gonad ditimbang untuk menentukan indeks kematangan gonadnya. Selanjutnya gonad dimasukkan ke botol sampel untuk dilakukan pengawetan (fiksasi) dengan cara direndam menggunakan larutan NBF (*Neutral Buffered Formalin*) 10%. Setelah 24 jam sampel gonad diganti larutannya dengan ethanol 70% dan disimpan dibotol sampel yang ditutup rapat dan dilapisi oleh parafilm untuk selanjutnya diuji histotologi.

Uji histologi pembuatan preparat gonad dilakukan di Balai Veteriner Lampung, dengan tahapan yang dilakukan adalah proses pemotongan gonad (*trimming*), dehidrasi, *clearing*, dan impregnasi. Selanjutnya proses *blocking* dengan paraffin dan dilakukan pemotongan menggunakan mikrotom dengan kete-



balan 5 µm kemudian dilanjutkan dengan proses pewarnaan yang menggunakan haematoksin dan eosin. Bagian yang telah diwarnai dipasang pada kaca objek dan ditutup dengan kaca penutup untuk pembuatan preparat permanen. Setelah selesai, preparat histologi dievaluasi di bawah mikroskop yang dilakukan di Laboratorium Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Kemudian, dilakukan identifikasi hasil histologi ikan dengan merujuk pada penelitian Brown-Petersen et al. (2011).

### 3.5 Parameter Penelitian

#### 3.5.1 Tingkat Kematangan Gonad (TKG)

Tingkat kematangan gonad (TKG) adalah tahap perkembangan gonad ikan. Prosedur dalam pengamatan parameter tingkat kematangan gonad diawali dengan pengamatan preparat histologi gonad maskoki betina menggunakan mikroskop dengan total sampel yaitu 1 preparat/ulangan. Kemudian diidentifikasi ciri histologi tingkat kematangan gonad (TKG) ikan betina berdasarkan Brown-Petersen et al. (2011) pada Tabel 1.

#### 3.5.2 Indeks Kematangan Gonad (IKG)

Indeks kematangan gonad (IKG) atau *gonadosomatic index* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada gonad secara kuantitatif. Langkah awal yang dilakukan dalam pengamatan IKG yaitu, penimbangan bobot tubuh ikan yaitu 1 ekor/ulangan, lalu ikan dibedah untuk diambil gonadnya. Kemudian dilakukan penimbangan gonad dan dicatat hasilnya. Selanjutnya nilai IKG akan dihitung menggunakan rumus menurut Johnson (1971), yaitu:

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

Keterangan:

IKG : Indeks kematangan gonad (%)

Bg : Bobot gonad (g)

Bt : Bobot tubuh (g)

### 3.5.3 Diameter Telur

Diameter telur diukur menggunakan mikroskop digital yang sudah dikalibrasi. Sampel yang diamati adalah preparat histologi gonad betina dengan 1 preparat/ ulangan. Langkah awal dalam pengamatan diameter telur yaitu pengamatan histologi lalu diukur diameter telur yang terlihat sebanyak 30 sel telur/sampel, dengan cara ditarik garis lurus diameter telur. Selanjutnya akan keluar angka yang menunjukkan nilai diameternya. Diameter telur diukur pada hari ke-0, 10, 20, dan 30.

### 3.5.4 Kualitas Air

Pengelolaan kualitas air merupakan langkah penting yang harus dilakukan agar kondisi media pemeliharaan tetap optimal. Upaya menjaga kualitas air ini meliputi optimalisasi sistem instalasi air, pengendapan air sebelum digunakan dalam proses pemeliharaan, pemantauan rutin terhadap kualitas air, serta penggantian air secara berkala sebanyak 10-25% setiap hari, tergantung pada kebutuhan (Sudrajat & Setyogati, 2020). Selain itu, pengelolaan kualitas air juga mencakup pengecekan parameter penting seperti suhu, pH, dan DO yang diukur setiap 10 hari selama masa pemeliharaan.

## 3.6 Analisis Data

Data kuantitatif yang diamati meliputi indeks kematangan gonad dan diameter telur. Data tersebut ditabulasi menggunakan *Microsoft Excel* 2019 dan dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam (Anova) pada tingkat kepercayaan 95%. Jika Anova menunjukkan berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut Duncan dengan tingkat kepercayaan 95%. Sementara itu, data kualitatif meliputi tingkat kematangan gonad dan kualitas air dianalisis secara deskriptif.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai suplementasi tepung maggot (*Hermetia illucens*) pada pakan komersial terhadap perkembangan gonad dan indeks reproduksi ikan maskoki betina (*Carassius auratus*), diperoleh simpulan:

1. Selama 30 hari pemeliharaan, pemberian suplementasi tepung maggot pada pakan komersial mampu mempercepat kematangan gonad ikan maskoki betina yang sebelumnya *immature* (TKG I) mencapai tahap *regenerating* (TKG VI), serta meningkatkan indeks kematangan gonad tertinggi yaitu 18,90%, dan meningkatkan nilai diameter telur terbesar yaitu 0.89 mm.
2. Dosis suplementasi tepung maggot terbaik dalam mempercepat perkembangan gonad dan meningkatkan indeks reproduksi ikan maskoki betina adalah perlakuan P3 yaitu suplementasi tepung maggot 150 g/kg pakan.

### 5.2 Saran

Saran terkait penelitian ini adalah pengaplikasian dosis suplementasi tepung maggot 150 g/kg pakan sehingga mampu mempercepat kematangan gonad ikan maskoki, perlu kajian mendalam terkait hasil dari reproduksi seperti fekunditas, *fertilization rate*, *hatching rate*, dan tingkat kelangsungan hidup benih.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amandanisa, A., & Suryadarma, P. (2020). Kajian nutrisi dan budi daya maggot (*Hermentia illuciens*) sebagai alternatif pakan ikan di RT 02 Desa Purwasari, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, 2(5), 796–804.  
<https://journal.ipb.ac.id/index.php/pim/article/view/31729>
- Andriani, R., Abdullah, N., Muchdar, F., & Marus, I. (2023). Pengkayaan vitamin E pada pakan komersial untuk peningkatan kematangan gonad ikan nila. *Journal Of Fish Nutrition*, 3(1), 1-7. <https://doi.org/10.29303/jfn.v3i1.2776>
- Andriani, R., Muchdar, F., Juharni., Samadan, G. M., Alfishahrin. T. W., Abjan, K., & Margono, M. T. (2020). Teknik kultur maggot (*Hermetia illucens*) pada kelompok budidaya ikan di Kelurahan Kastela. *ALTIFANI: International Journal of Community Engagement*, 1(1), 1–5.  
<https://doi.org/10.32502/altifani.v1i1.3003>
- Anjani, F. D., Wahyu, A., & 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.  
<https://journal.ubb.ac.id/akuatik/article/view/698>
- Apridedi, & Eriza, M. (2022). Pemanfaatan ulat maggot (*Hermetia illucens*) sebagai pakan tambahan guna meningkatkan potensi reproduksi ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Article of Undergraduate Research*. 21(1), 2-2.  
<https://rama.kemdikbud.go.id/repositories/repodoc/206/NIL/12890>
- Barragan-Fonseca, K. B., Dicke, M., & van Loon, J. J. A. (2017). Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) and its suitability as animal feed: a review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 3(2), 105–120.  
<https://doi.org/10.3920/JIFF2016.0055>
- Bera, A., Sawant, P. B., Dasgupta, S., Chadha, N. K., Sawant, B. T., & Pal, A. K. (2017). Diel cyclic hypoxia alters plasma lipid dynamics and impairs reproduction in goldfish (*Carassius auratus*). *Fish Physiology Biochemistry*, 43(6), 1677-1688. <https://doi.org/10.1007/s10695-017-0401-0>

- Bhat, I. A., Rather, M. A., Ahmad, I., Ahmad, I., Mir, I. N., & Hussna. (2025). Impact of shifting abiotic factors in aquaculture on fish breeding and reproduction: a review. *Blue Biotechnology*, 2(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s44315-025-00027-9>
- Brown-Peterson, Nancy, J., Wyanski D.M., Saborido-Rey, F., Macewicz, B.J., & Lowerre-Barbieri, S.K. (2011). A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries*, 3(1), 52–70. <https://doi.org/10.1080/19425120.2011.555724>
- Caruso, D., Devic E., Subamia, I.W., Talamond, P., & Baras, E. (2014). *Technical handbook of domestication and production of diptera black soldier fly (BSF) Hermetia ilucens, Stratiomyidae*. IPB Press.
- Corriero, A., Zupa, R., Mylonas, C. C., & Passantino, L. (2021). Atresia of ovarian follicles in fishes, and implications and uses in aquaculture and fisheries. *Journal of Fish Diseases*, 44(9), 1271–1291. <https://doi.org/10.1111/jfd.13469>
- Dewi, R. K., Ardiansyah, F., Fadhlil, R. C., & Wahyuni. (2021). *Maggot BSF: Kualitas fisik dan kimianya*. Litbang Pemas Unisla.
- Diener, S., Zurbrügg, C., & Tockner, K. (2009). Conversion of organic material by black soldier fly larvae: establishing optimal feeding rates. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 27(6), 603–610. <https://doi.org/10.1177/0734242X09103838>
- Fahmi, M. R. (2015). Optimalisasi proses biokonversi dengan menggunakan mini-larva *Hermetia illucens* untuk memenuhi kebutuhan pakan ikan. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodeiversitas Indonesia*, 1(1), 139-14. <https://doi.org/10.13057/psnmmbi/m010124>
- Fahmi, M. R., Hem, S., & Subamia, I. W. (2009). *Potensi maggot untuk peningkatan pertumbuhan dan status kesehatan ikan*. Loka Riset Budidaya Ikan Hias Air Tawar.
- Faizal. (2021). Pengaruh pemberian tepung maggot terhadap tingkat kematangan gonad ikan kemuring (*Puntius* sp). (No Publikasi Skripsi 5035). [Skripsi, Universitas Bangka Belitung]. Repository UBB.
- Fajrin, C. N., Buwono, I. D., Sriati. (2012). Penambahan ekstrak tauge dalam pakan untuk meningkatkan keberhasilan pemijahan ikan maskoki (*Carassius auratus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(3), 51-60. <https://jurnal.unpad.ac.id/jpk/article/view/1401>
- Fatah, K., & Adjie, S. (2013). Biologi reproduksi ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata*) di Waduk Ombo Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Bawal*, 5(2), 89-96. <https://doi.org/10.15578/bawal.5.2.2013.89-96>

- Ginting, A., Usman, S., & Dalimunthe, M. (2014). Pengaruh padat tebar terhadap kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan ikan maskoki (*Carassius auratus*) yang dipelihara di sistem resirkulasi. *Aquacostmarine*, 5(4), 104-113.
- Hara, A., Hiramatsu, N., & Fujita, T. (2016). Vitellogenesis and choriogenesis in fishes. *Fisheries science*, 82(2), 187-202. <https://doi.org/10.1007/s12562-015-0957-5>
- Hayati, A. (2019). *Biologi reproduksi ikan*. Airlangga University Press.
- Henry, M., Gasco, L., Piccolo, G., & Fountoulaki, E. (2015). Review on the use of insects in the diet of farmed fish: Past and future. *Animal Feed Science and Technology*, 203, 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.03.001>
- Ibrahim, Y., Saputra, F., Yusnita, D., & Karim, A. (2020). Evaluasi pertumbuhan dan perkembangan gonad ikan serukan *Osteochilus* sp. yang diberi pakan tepung kunyit. *Jurnal Akuakultura Universitas Teuku Umar*, 2(2), 1-6. <https://doi.org/10.35308/ja.v2i2.1590>
- Integrated Taxonomic Information System. (2025). *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) *Taxonomic Serial No*: 163350. <https://itis.gov/>
- Izquierdo, M. S., Fernández-Palacios, H., & Tacon, A. G. J. (2001). Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, 197(1–4), 25–42. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00581-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00581-6)
- Johnson, J. E. (1971). Maturity and fecundity of threadfin shad, *Dorosoma petenense* (Gunther), in Central Arizona reservoirs. *Transactions of the American Fisheries Society*, 100(1), 74-85. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1971\)100<74:MAFOTS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1971)100<74:MAFOTS>2.0.CO;2)
- Kementerian Kelautan Perikanan (KKP). (2024). *Laporan kinerja (Lkj) direktorat jenderal perikanan budidaya tahun 2024*. Kementerian Kelautan Perikanan.
- Kucinski, M., Demska-Zakes, K., Zarski, D., Liszewski, T., Fopp-Bayat, D., Jankun, M., & Furgala-Selezniow, G. (2015). The morphological, histological and cytogenetic characteristics of goldfish *Carassius auratus* (L.)× common carp *Cyprinus carpio* (L.) hybrids. *Caryologia*, 68(2), 77-83. <https://doi.org/10.1080/00087114.2015.1021154>
- Ladisa, C., Ma, Y., & Habibi, H. R. (2022). Metabolic changes during growth and reproductive phases in the liver of female goldfish (*Carassius auratus*). *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 10, 834688. <https://doi.org/10.3389/fcell.2022.834688>
- Lagler, K. F., Bardach, J. E., Miller, R. R., & Passino, D. R. M. (1977). *Ichthyology* (2nd ed). Wiley.

- Lestari, D. P., Lumbessy, S. Y., & Setyowati, D. N. (2023). Analisis nutrisi dan asam amino tepung maggot. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Sains*, 4(3), 196-201. <https://doi.org/10.51673/jips.v4i3.1863>
- Limbu, S. M., Shoko, A. P., Ulotu, E. E., Luvanga, S. A., Munyi, F. M., John, J. O., & Opiyo, M. A. (2022). Black soldier fly (*Hermetia illucens*, L.) larvae meal improves growth performance, feed efficiency and economic returns of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) fry. *Aquaculture, Fish and Fisheries*, 2(3), 167-178. <https://doi.org/10.1002/aff2.48>
- Lubzens, E., Young, G., Bobe, J., & Cerdà, J. (2010). Oogenesis in teleosts: how fish eggs are formed. *General and Comparative Endocrinology*, 165(3), 367-389. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2009.05.022>
- Ma'aruf, M. M., Syarif, A. F., & Bidayani, E. (2020). Performa reproduksi ikan betok (*Anabas testudineus*) betina dengan pemberian pakan buatan berbahan baku tepung keong mas (*Pomacea canaliculata*). *Jurnal Perikanan*, 9(1), 30-49. <https://doi.org/10.29303/jp.v9i1.129>
- Manik, R. R. D. S & Arleston, J. (2021). *Nutrisi dan pakan ikan*. Penerbit Widina.
- Maulana, Nurmeiliasari, & Fernita, Y. (2021). Pengaruh media tumbuh yang berbeda terhadap kandungan air, protein dan lemak maggot *black soldier fly* (*Hermetia illucens*). *Jurnal Buletin Peternakan Tropis*, 2(2), 150-157. <https://doi.org/10.31186/bpt.2.2.149-157>
- Muzahar. (2020). *Endokrinologi ikan*. Umrah Press.
- Navas, J. M., Anglade, I., Bailhache, T., Pakdel, F., Breton, B., & Kah, O. (1995). Do gonadotropin-releasing hormone neurons express estrogen receptors in the rainbow trout? A double immunohistochemical study. *Journal of Comparative Neurology*, 363(3), 461-474. <https://doi.org/10.1002/cne.903630309>
- Nazhira, S., Safrida, & Sarong, M.A. (2017). Pengaruh penambahan tepung labu kuning (*Cucurbita moschata* D.) dalam pakan buatan terhadap kualitas warna ikan maskoki (*Carassius auratus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unsyiah*, 2(2), 1-14.
- Nirmala, K., Armansyah, R., & Priyadi, A. (2011). Kinerja pertumbuhan benih ikan maskoki mutiara (*Carassius auratus*) pada air media bersalinitas 3 ppt dengan lama paparan medan listrik yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 10(2), 165-173. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jai/article/view/9228/7254>
- Ogunji, J. O., Iheanacho, S. C., Mgbabu, C. C., Amaechi, N. C., & Evulobi, O. O. C. (2021). Housefly maggot meal as a potent bioresource for fish feed to facilitate early gonadal development in *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822).

*Sustainability*, 13(2), 921. <https://doi.org/10.3390/su13020921>

- Ortega-Salas, A. A., & Reyes-Bustamante, H. (2006). Initial sexual maturity and fecundity of the goldfish *Carassius auratus* (Perciformes: Cyprinidae) under semi-controlled conditions. *Revista De Biología Tropical*, 54(4), 1113-1116. <https://doi.org/10.15517/rbt.v54i4.3086>
- Prastari, C., & Harefa, A. (2020). Pengaruh pengkayaan tepung spirulina pada ikan untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan mas koki (*Carassius auratus*). *Tapian Nauli: Jurnal Penelitian Terapan Perikanan dan Kelautan*, 2(1), 1-5.
- Purnamasari, D. K., Syamsuhaidi, S., Erwan, E., Wiryawan, K. G., Sumiati, S., Aqiuddin, M., & Ardyanti, N. P. W. O. (2023). Kualitas fisik dan kimiawi maggot BSF yang dibudi daya oleh peternak menggunakan media pakan yang berbeda. *Jurnal Sains Teknologi dan Lingkungan*, 9(1), 95-104. <https://doi.org/10.29303/jstl.v9i1.422>
- Putri, D. K., Tarsim, Utomo, D. S. C., & Yudha, I. G. (2019). The stimulation of gonad maturity of asian redbtail catfish *Hemibagrus nemurus* (Valenciennes, 1840) through induction of oocyte developer (Oodev) hormone. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 8(1), 965-974. <https://doi.org/10.23960/j10.23960/jrtbp.v8i1.p965-974>
- Sinjal, H., Ibo, F., & Pangkey, H. (2014). Evaluasi kombinasi pakan dan estradiol 17 $\beta$  terhadap pematangan gonad dan kualitas telur ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*, 1(1), 97-112. <https://doi.org/10.35801/jlppmsains.1.1.2014.7206>
- Sprangers, T., Ottoboni, M., Klootwijk, C., Ovyn, A., Deboosere, S., De Meulenaer, B., & De Smet, S. (2017). Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(8), 2594-2600. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8081>
- Sudrajat, M., & Setyogati, W. (2020). *Pembenihan ikan maskoki*. Deepublish.
- Thomas, J. T., Liu, H., Todd, E. V., & Gemmell, N. J. (2018). Sex change in fish. In M.K Skinner (Ed), *Encyclopedia of Reproduction*, 6, 192-197. Academic Press: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.20555-4>
- Wahyuni, M., Sarida, M., & Utomo, D. S. C. (2022). Relative fecundity, fertilization degree and hatching degree of female goldfish (*Carassius auratus*) with rangrang ants egg (*Oecophylla smaragdina*) and oocyte developer combination. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 10(2), 81-89. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/bdpi/article/view/6649/4682>



- Widianingrum, D. C., Krismaputri, M. E., & Purnamasari, L. (2021). Potensi magot *black soldier fly* (*Hermetia illucens*) sebagai agen antibakteri dan immunomodulator pakan ternak unggas secara in vitro. *Jurnal Sain Veteriner*, 39(2), 112-120. <https://doi.org/10.22146/jsv.53347>
- Wieland, K., Jarre-Teichmann, A., & Horbowa, K. (2000). Changes in the timing of spawning of Baltic cod: possible causes and implications for recruitment. *ICES Journal of Marine Science*, 57(2), 452-464. <https://doi.org/10.1006/jmsc.1999.0522>
- Windarto, S., Nengsi, D. R., Putro, S. P., Widowati, W., Adi, S., Anggraeni, N., & Herawati, V. E. (2023). Effect of fish meal substitution using maggot flour (*Hermetia illucens*) on growth performance, feed utilization efficiency, protein retention and body composition of the milkfish (*Chanos chanos*). *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 27(3), 933-953. <https://doi.org/10.21608/ejabf.2023.306800>
- Yuniar, I. (2017). *Biologi reproduksi ikan*. Hang Tuah University Press.