

**PERFORMA PERTUMBUHAN DAN DIFERENSIASI
JENIS KELAMIN IKAN GABUS *Channa striata*, (Bloch, 1793)
MELALUI PEMBERIAN HORMON TIROKSIN SECARA ORAL**

(Skripsi)

**Oleh
Agung Hariyanto**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

PERFORMA PERTUMBUHAN DAN DIFERENSIASI JENIS KELAMIN IKAN GABUS *Channa striata*, (Bloch, 1793) MELALUI PEMBERIAN HORMON TIROKSIN SECARA ORAL

Oleh

Agung Hariyanto

Ikan gabus merupakan ikan yang memiliki potensi untuk dibudidayakan, dengan ikan jantan yang mengandung daging yang lebih banyak dan protein berdasarkan bobot kering yang lebih tinggi dibanding ikan gabus betina. Namun terdapat beberapa kendala selama budidaya seperti pertumbuhan yang lambat, pertumbuhan alometrik negatif dan rasio ikan jantan yang rendah. Manipulasi kelamin secara hormonal dapat dilakukan untuk meningkatkan performa pertumbuhan dan rasio kelamin pada ikan. Hormon tiroksin adalah salah satu hormon yang umumnya digunakan sebagai hormon pertumbuhan, namun pada beberapa jenis ikan juga memiliki pengaruh dalam manipulasi kelamin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian hormon tiroksin secara oral terhadap performa pertumbuhan dan rasio kelamin ikan gabus. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari – Maret 2020. Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan dan 2 kelompok. Ikan gabus yang digunakan ialah benih ikan gabus dengan dua ukuran, yakni ukuran kecil berkisar <5,5 cm dan ukuran besar berkisar >5,5 cm. Selama pemeliharaan ikan diberi pakan dengan perlakuan tanpa penambahan hormon (P1), penambahan 0,1 mg/l (P2), penambahan 0,6 mg/l (P3), dan penambahan 1 mg/l (P4). Pakan diberikan secara *ad satiation* dengan frekuensi sebanyak 3 kali sehari. Berdasarkan analisis terhadap pertumbuhan dan rasio kelamin ikan gabus, belum ditemukan dosis efektif pemberian hormon tiroksin secara oral terhadap performa pertumbuhan dan rasio kelamin ikan gabus.

Kata kunci : ikan gabus, hormon tiroksin, pertumbuhan, rasio kelamin.

ABSTRACT

PERFORMANCE OF GROWTH AND DIFFERENTIATION OF THE SEX OF CORK FISH *Channa striata*, (Bloch, 1793) THROUGH ORAL ADMINISTRATION OF THYROXINE HORMONE

By

Agung Hariyanto

Cork fish is a fish that has the potential to be cultivated, with male fish containing more meat and protein based on higher dry weight than female cork fish. However, there are some obstacles during cultivation such as slow growth, negative allometric growth and low ratio of male fish. Hormonal sex manipulation can be done to improve growth performance and sex ratio in fish. Thyroxine is one of the hormones commonly used as growth hormone, but in some types of fish also has an influence in sex manipulation. This study aims to find out the effect of oral administration of thyroxine hormone on growth performance and sex ratio of cork fish. The study was conducted in January - March 2020. This research method uses a Randomized Group Design (RAK) with 4 treatments and 2 groups. Cork fish used is the seed of cork fish with two sizes, namely a small size ranging <5.5 cm and a large size of about >5.5 cm. During the maintenance of fish fed with treatment without the addition of hormones (P1), the addition of 0.1 mg / l (P2), the addition of 0.6 mg / l (P3), and the addition of 1 mg / l (P4). Feed is given *ad satiation* with a frequency of 3 times a day. Based on the analysis of the growth and sex ratio of cork fish, there has been no effective dose of oral administration of thyroxine hormone to growth performance and sex ratio of cork fish.

Keywords: cork fish, thyroxine hormone, growth, sex ratio.

**PERFORMA PERTUMBUHAN DAN DIFERENSIASI
JENIS KELAMIN IKAN GABUS *Channa striata*, (Bloch, 1793)
MELALUI PEMBERIAN HORMON TIROKSIN SECARA ORAL**

Oleh

AGUNG HARIYANTO

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS

Pada

Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi

**: PERFORMA PERTUMBUHAN DAN
DIFERENSIASI KELAMIN IKAN GABUS
(*Channa striata*) MELALUI PEMBERIAN
HORMON TIROKSIN SECARA ORAL**

Nama Mahasiswa

: Agung Hariyanto

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1414111003

Jurusan

: Budidaya Perairan

Fakultas

: Pertanian



Limin Santoso, S.Pi., M.Si.
NIP. 197703272005011001

Deny Sapto C. Utomo, S.Pi., M.Si.
NIP. 198407312014041001

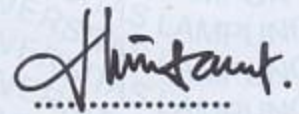
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan

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

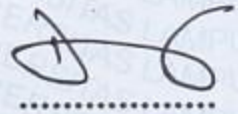
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

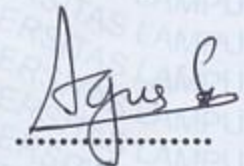
Ketua : **Limin Santoso, S.PI., M.Si.**



Sekretaris : **Deny Sapto C. U., S.PI., M.Si.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Agus Setyawan, S.PI., M.P.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 19671020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 7 Desember 2021

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

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

Bandar Lampung, Desember 2021



Agung Hariyanto
NPM. 1414111003

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 02 Desember 1995, sebagai anak ketiga dari empat bersaudara dari Bapak Yosep Soleh dan Ibu Hartini.

Pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Negeri 1 Pagelaran pada tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama

(SMP) di SMPN 1 Pagelaran pada tahun 2010, dan Sekolah Menengah Akhir (SMA) di SMA Muhammadiyah 1 Pringsewu di tahun 2013.

Tahun 2014 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Perikanan dan Kelautan, Prodi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian UNILA melalui jalur SBMPTN. Pada tahun 2017 penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Maju Jaya Farm Pagelaran, Kab. Pringsewu. Penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Pekon Doh, Kec. Cukuh Balak, Kab. Tanggamus pada tahun 2017.

MOTTO

“Barangsiapa yang menempuh jalan untuk menuntut ilmu, Allah Ta’ala akan memudahkan baginya jalan menuju surga.”

(HR. Muslim no. 2699)

“Dan Allah akan senantiasa menolong hamba-Nya ketika hamba-Nya tersebut menolong saudaranya.”

(HR. Muslim no. 2699)

“Hai orang-orang yang beriman, bersabarlah kamu dan kuatkanlah kesabaranmu dan tetaplah bersiap siaga (di perbatasan negerimu) dan bertakwalah kepada Allah, supaya kamu beruntung.”

(QS. Ali ‘Imran [3]: 200)

DAFTAR ISI

Halaman

| | |
|--|------------|
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR TABEL | vii |
| | |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang dan Masalah | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.3 Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.4 Kerangka Pikir | 3 |
| 1.5 Hipotesis | 5 |
| | |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Biologi Ikan Gabus | 6 |
| 2.1.1 Klasifikasi Ikan Gabus | 6 |
| 2.1.2 Morfologi Ikan Gabus | 7 |
| 2.1.3 Habitat dan Kebiasaan Hidup Ikan Gabus | 7 |
| 2.1.4 Biologi Reproduksi Ikan Gabus | 7 |
| 2.2 Kontrol Kelamin | 8 |
| 2.3 Hormon | 9 |
| 2.4 Hormon Tiroksin | 9 |

| | |
|--|-----------|
| III. METODOLOGI PENELITIAN | 11 |
| 3.1 Waktu dan Tempat | 11 |
| 3.2 Alat dan Bahan..... | 11 |
| 3.3 Rancangan Percobaan | 12 |
| 3.4 Prosedur Penelitian | 12 |
| 3.4.1 Persiapan Wadah | 13 |
| 3.4.2 Persiapan Ikan Uji | 13 |
| 3.2.3 Pencampuran Hormon Tiroksin (T4) dalam Pakan | 13 |
| 3.2.4 Pemeliharaan Ikan | 13 |
| 3.2.5 Sampling | 14 |
| 3.5 Parameter Penelitian | 14 |
| 3.5.1 Histologi Pengamatan Gonad | 14 |
| 3.5.2 Rasio Kelamin | 17 |
| 3.5.3 Pertumbuhan Panjang Mutlak | 17 |
| 3.5.4 Pertumbuhan Berat Mutlak | 17 |
| 3.5.5 Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) | 18 |
| 3.6 Analisis Data | 18 |
| | |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 19 |
| 4.1 Hasil | 19 |
| 4.1.1 Diferensiasi Kelamin | 19 |
| 4.1.2 Pertumbuhan Panjang Mutlak | 21 |
| 4.1.3 Pertumbuhan Berat Mutlak | 23 |
| 4.1.4 Laju Pertumbuhan Spesifik | 25 |
| 4.2 Pembahasan | 27 |
| | |
| V. PENUTUP | 32 |
| 5.1 Kesimpulan | 32 |
| 5.2 Saran | 32 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| DAFTAR PUSTAKA | 33 |
| LAMPIRAN | 39 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|---------|
| 1. Kerangka Pikir Penelitian | 4 |
| 2. Ikan Gabus <i>Channa striata</i> (Mutia <i>et al.</i> , 2017) | 6 |
| 3. Gonad Jantan..... | 14 |
| 4. Gonad Betina | 15 |
| 5. Gonad <i>Presumptive</i> Betina | 15 |
| 6. Gonad <i>Presumptive</i> Jantan | 16 |
| 7. Morfologi ikan gabus uji betina berumur 5 bulan | 21 |
| 8. Morfologi gonad ikan gabus jantan berumur 5 bulan | 21 |
| 9. Pertumbuhan panjang mutlak pada perlakuan | 22 |
| 10. Pertumbuhan panjang mutlak pada ukuran..... | 23 |
| 11. Pertumbuhan berat mutlak | 24 |
| 12. Pertumbuhan berat mutlak | 25 |
| 13. Laju pertumbuhan spesifik | 26 |
| 14. Laju pertumbuhan spesifik pada ukuran ikan yang diuji | 27 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|---------|
| 1. Alat penelitian | 11 |
| 2. Bahan Penelitian | 11 |
| 3. Rasio kelamin ikan gabus setelah perlakuan pemberian hormon tiroksin | 19 |
| 4. Rasio kelamin ikan gabus berdasarkan ukuran ikan yang diuji | 20 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|---|---------|
| 1. Hasil Uji Statistik Pertumbuhan Panjang Mutlak | 40 |
| 2. Hasil Uji Statistik Pertumbuhan Berat Mutlak | 41 |
| 3. Hasil Uji Statistik Laju Pertumbuhan Spesifik | 42 |
| 4. Dokumentasi Sampling Histologi Gonad Benih Gabus | 43 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan gabus (*Channa striata*) adalah salah satu komoditas ikan air tawar yang memiliki nilai gizi yang tinggi. Selain itu, ikan gabus juga mengandung albumin yang merupakan salah satu protein yang bermanfaat bagi tubuh manusia. Umumnya albumin dimanfaatkan dalam dunia pengobatan, terutama dalam penyembuhan luka pasca operasi maupun luka bakar (Supriyanto, 2003). Hal ini menyebabkan minat masyarakat terhadap ikan gabus menjadi meningkat sehingga kebutuhan ikan gabus mengalami peningkatan. Sebagian besar ketersediaan ikan gabus yang ada di pasar masih mengandalkan hasil tangkapan dari alam. Semakin intensifnya penangkapan ikan gabus memberikan dampak terhadap menurunnya ketersediaan ikan gabus di alam dan dapat menyebabkan kepunahan (Extrada *et al.*, 2013). Guna meningkatkan produksi ikan gabus selain dari hasil tangkapan di alam, maka dilakukan budidaya dimulai dari upaya pembenihan agar ketersediaan ikan gabus dapat berkelanjutan.

Permasalahan yang dihadapi saat budidaya ikan gabus ialah pertumbuhan yang lambat yaitu berkisar antara 6-7 bulan (Muntaziana *et al.*, 2013). Musim juga berpengaruh terhadap ikan gabus, dimana pada musim kemarau ikan gabus telah dalam kondisi perkembangan gonad sekitar 75-80% dan ketika musim penghujan, ikan telah siap untuk memijah (Bijaksana, 2006). Lamanya budidaya akan berdampak juga pada biaya operasional yang dikeluarkan. Menurut (Puspaningdiah *et al.*, 2014), pertumbuhan yang dialami ikan gabus ialah pertumbuhan alometrik negatif, yaitu pertumbuhan panjang lebih dominan dibandingkan pertumbuhan beratnya. Pertumbuhan tersebut dapat dipicu oleh faktor eksternal yang dapat berupa ketersediaan pakan (Dedi *et al.*, 2018).

Pada budidaya ikan gabus rasio kelamin mempengaruhi laju pertumbuhan. Rasio kelamin ikan gabus dialam maupun dikolam budidaya, ikan jantan cenderung lebih sedikit dibanding betina, yakni 1:2. Bahkan, berdasarkan Arma *et al.* (2014), rasio kelamin ikan jantan dan betina ikan gabus dapat mencapai 1:10 (Puspaningdiah *et al.*, 2014). Padahal, ikan gabus jantan memiliki beberapa keunggulan dibandingkan ikan betina. Ikan gabus jantan memiliki daging yang lebih banyak dibanding ikan betina, yakni sebesar 40,74%. Ikan gabus jantan juga memiliki presentase protein berdasarkan bobot kering yang tinggi sebesar 78,05%, sedangkan ikan betina sebesar 76,91% (Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Mandiangin, 2014).

Guna mendapatkan rasio kelamin ikan jantan yang lebih baik, maka rekayasa genetik perlu dilakukan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu melalui manipulasi kelamin. Metode manipulasi kelamin adalah upaya rekayasa untuk mengarahkan diferensiasi ikan menjadi jantan atau betina (Zairin jr, 2002). Manipulasi kelamin pada ikan memiliki beberapa kelebihan dibandingkan metode lainnya, yakni pengaplikasinya beragam dan mudah dilakukan, serta dapat diterapkan pada berbagai fase ikan (Arifin *et al.*, 2009).

Salah satu faktor pemanipulasi kelamin pada ikan adalah hormon. Manipulasi kelamin dengan hormon awalnya dilakukan dengan hormon steroid, seperti 17 methyltestosterone dan 17 estradiol (Yamazaki, 1983). Seiring perkembangannya, manipulasi kelamin dapat dilakukan dengan pemberian senyawa non-steroid. Manipulasi kelamin dengan hormon dapat dilakukan dengan 2 cara, yakni perendaman dan pemberian secara oral melalui pakan. Pemberian tersebut memiliki keunggulan tersendiri, dimana metode perendaman dapat dilakukan di berbagai fase ikan, mulai embrio hingga induk sedangkan pemberian secara oral dapat disesuaikan berdasarkan efektivitas, efisiensi, palatabilitas, kemungkinan polusi, biaya, karakteristik budidaya, dan perkembangan spesies pada ikan (Arifin *et al.*, 2009).

Hormon tiroksin (T4) ialah hormon yang diproduksi oleh kelenjar tiroid yang berguna dalam pengaturan laju metabolisme. Hormon tersebut memicu laju metamorfosa dan merangsang pertumbuhan ikan, terutama pada fase larva (Kurniawan *et al.*, 2014). Penggunaan hormon tiroksin telah digunakan dalam berbagai jenis

ikan, seperti ikan mujair (Heraedi *et al.*, 2018), gurami (Andani *et al.*, 2020), betok (Pebriyanti *et al.*, 2015), dan nila putih (Andriawan *et al.*, 2020) yang memberikan pertumbuhan yang lebih baik. Ikan gabus juga telah diuji oleh (Pasaribu *et al.*, 2019) dan (Muslim *et al.*, 2019) melalui metode perendaman menghasilkan peningkatan performa pada pertumbuhan.

Selain berdampak pada pertumbuhan, hormon tiroksin diduga juga berpengaruh terhadap rasio kelamin pada ikan gabus. Sharma *et al.* (2016) menyatakan bahwa hormon tiroid menghambat ekspresi reseptor *cyp19a1* (aromatase) dan estrogen disaat terjadi peningkatan ekspresi *Anti Mullerian Hormone (amh)* serta *androgen receptor (ar)* yang memicu terjadinya maskulinisasi pada ikan zebra. Sampai saat ini, belum ada informasi terkait pengaruh pemberian hormon tiroksin secara oral terhadap diferensiasi kelamin maupun performa pertumbuhan pada ikan gabus. Sehingga perlu untuk dilakukan penelitian terkait pengaruh pemberian hormon tiroksin terhadap performa pertumbuhan dan rasio ikan gabus.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui pengaruh pemberian hormon tiroksin pada benih gabus dengan ukuran berbeda terhadap performa pertumbuhan.
2. Untuk mengetahui pengaruh pemberian hormon tiroksin pada benih gabus dengan ukuran berbeda terhadap rasio kelamin

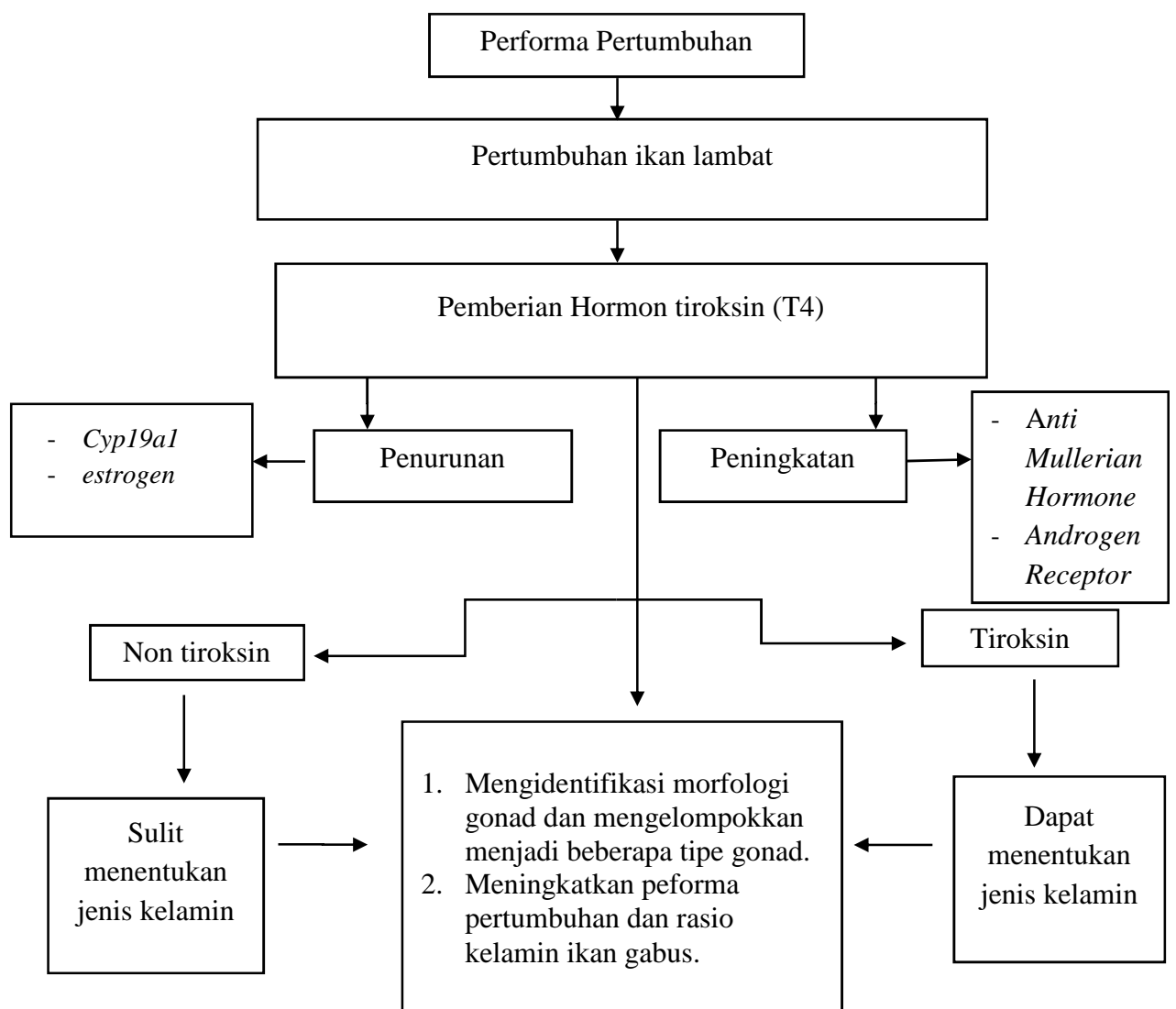
1.3 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi bagi pembudidaya ikan gabus, mengenai pengaruh pemberian hormon tiroksin pada benih gabus dengan ukuran yang berbeda terhadap performa pertumbuhan dan rasio kelamin.

1.4 Kerangka Pikir

Dalam budidaya ikan gabus terdapat kendala berupa pertumbuhan yang lambat, informasi diferensiasi kelamin gabus yang masih sedikit serta tingkat kanibalisme yang masih tinggi. Sehingga, digunakan hormon tiroksin (T4) untuk mendapatkan

informasi morfologi gonad, dan mengklarifikasikan tipe gonad gabus pada benih umur 2 bulan. Penelitian ini menggunakan ikan gabus berumur 2 bulan dengan kelompok ukuran kecil (*small*, S) dan besar (*large*, L). Pengaplikasian hormon tiroksin pada ikan gabus dapat meningkatkan laju pertumbuhan ikan gabus, dengan penambahan berat 0,1074 gram dan panjang 0,041 cm. Penelitian ini menggunakan metode oral melalui pakan dengan dosis yang berbeda guna meminimalisir resiko ikan stres. Berikut dapat dilihat kerangka pikir penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

1.5. Hipotesis

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perlakuan

H0: $= 0$, tidak ada pengaruh perlakuan hormon tiroksin terhadap performa pertumbuhan dan rasio kelamin ikan gabus.

H1: $\neq 0$, hormon tiroksin memberikan pengaruh terhadap performa pertumbuhan dan rasio kelamin ikan gabus.

2. Kelompok

H0: $= 0$, tidak ada pengaruh kelompok ukuran ikan pada performa pertumbuhan dan rasio kelamin ikan gabus.

H1: $\neq 0$, kelompok ukuran mempengaruhi performa pertumbuhan dan rasio kelamin ikan gabus.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Gabus

2.1.1 Klasifikasi Ikan Gabus

Ikan gabus memiliki nama yang berbeda di tiap daerah di Indonesia, yaitu *haruan* (Melayu dan Banjar), *kocolan* (Betawi), *bayong*, *bogo*, *licingan*, dan *kutuk* (Jawa).

Menurut Kottelat *et al* (1993), klasifikasi ikan gabus sebagai berikut:

| | |
|------------|-------------------------|
| Phylum | : Chordata |
| Sub Phylum | : Vertebrata |
| Kelas | : Pisces |
| Sub Kelas | : Teleostei |
| Ordo | : Perciformes |
| Sub Ordo | : Channoidei |
| Family | : Channidae |
| Genus | : <i>Channa</i> |
| Species | : <i>Channa striata</i> |



Gambar 2. Ikan gabus *Channa striata*

(Sumber : Mutia *et al.*, 2017)

2.1.2 Morfologi Ikan Gabus

Secara morfologis, ikan gabus memiliki bentuk tubuh yang memanjang, dengan permukaan tubuh dan kepala ditutupi oleh sisik tebal serta kasar. Kepala ikan gabus berbentuk *snakehead* karena menyerupai kepala ular. Sirip ekor pada ikan gabus berbentuk bundar (*rounded*). Sirip dorsal ikan gabus memanjang hingga sampai pangkal ekor. Sisik pada bagian antara dasar sirip dorsal dan *linea lateralis* terdapat 4 - 5 baris sisik, dorsal 38 – 43 baris sisik, anal 23 – 27 baris sisik, dan *linea lateralis* sebanyak 52 – 57 baris sisik. Pada bagian sisi badan mempunyai pita warna yang mengarah ke depan. Umumnya bagian dorsal tubuh berwarna gelap dan bagian abdominal berwarna putih (Pulungan, 2000). Ikan gabus merupakan salah satu jenis ikan yang memungkinkan untuk dapat bertahan di luar air, sebab ikan gabus memiliki labirin yang merupakan alat pernafasan tambahan yang berupa lipatan kulit tipis yang berkelu-liku (Suseno, 1983).

2.1.3 Habitat dan Kebiasaan Hidup Ikan Gabus

Ikan gabus umumnya berhabitat pada perairan berkedalaman rendah serta cenderung memilih tempat yang gelap, berlumpur, berarus tenang, ataupun wilayah bebatuan untuk bersembunyi seperti pada perairan sungai dan rawa dengan kedalaman 40 cm. Ikan gabus juga dapat dijumpai pada danau maupun saluran irigasi air dan sawah (Listyanto, 2009). Persebaran ikan gabus di Indonesia cukup luas, meliputi Sumatera, Jawa, Madura, Bali, Lombok, Kalimantan, Sulawesi, Flores, Ambon dan Halmahera (Weber & Beaufort, 1922). Ikan gabus merupakan ikan karnivora, dimana ikan tersebut memangsa berbagai ikan kecil, serangga, dan berbagai hewan air lainnya (Muflikhah, 2007). Ikan tersebut cukup agresif dalam mencari makanannya. Ikan gabus tergolong ikan yang memiliki pola pertumbuhan allometrik, yaitu penambahan bobot tubuh lebih cepat daripada penambahan panjang badan.

2.1.4 Biologi Reproduksi Ikan Gabus

Berdasarkan Makmur (2004) ikan gabus betina akan matang gonad saat berukuran 180 mm, dan pada ikan jantan ikan gabus jantan mulai matang saat berukuran 154 mm. Ikan gabus betina memiliki indeks kematangan gonad (IKG) berkisar

0,03% - 4,830%, sedangkan ikan jantan berkisar pada 0,01 % - 0,37%. Indeks tersebut dapat dipengaruhi oleh bobot gonad yang dapat meningkat seiring perkembangan tingkat kematangan gonad (TKG).

Menurut Devlin dan Nagahama (2002), perkembangan gonad jantan akan lebih lambat dibandingkan gonad ikan betina. Hal tersebut disebabkan ketika berumur 2,5 bulan, presentase gonad ikan gabus yang belum dapat terdiferensiasi sebesar 59% dan 41% lainnya adalah gonad betina. Sehingga perkembangan gonad ikan gabus dapat dilihat saat berumur 5 bulan (Vahira *et al.*, 2020). Guna menstimulasi perkembangan gonad ikan gabus telah dilakukan manipulasi secara hormonal melalui pemberian hormon gonadotropin berupa Human Chorionic Gonadotropin (Zultamin *et al.*, 2014), hormon sintetik berupa ovaprim (Saputra, 2015), maupun ekstrak hipofisa ikan gabus (Sakuro, 2016).

2.2 Kontrol Kelamin

Pengontrolan jenis kelamin pada ikan sangat penting dalam budidaya, terutama untuk pembenihan ikan. Hal tersebut disebabkan kontrol jenis kelamin dapat memproduksi benih yang berkualitas guna pembiakan yang selektif. Kontrol kelamin pada ikan bergantung pada biologi reproduksi dan sistem budidaya spesies yang berkaitan (Budd *et al.*, 2015).

Kontrol kelamin memiliki manfaat, diantaranya pematangan gonad yang tepat waktu, membudidayakan ikan secara monosex yang didasarkan pada tingkat pertumbuhan dan nilai ekonomi jenis kelamin, mengurangi fenotip kelamin pada kualitas produk, memicu stabilitas perkawinan atau perubahan jenis kelamin, dan melindungi lingkungan dari spesies non-asli, atau strain yang akan diperbaiki secara genetik (Budd *et al.*, 2015). Perpaduan kontrol kelamin dan bioteknologi dikembangkan guna meningkatkan produksi ikan (Donaldson, 1996, Donaldson dan Devlin, 1996, Penman, 1999). Teknik kontrol ini juga bermanfaat dalam manajemen populasi ikan, seperti budidaya ikan laut salmon (Donaldson dan Hunter, 1982) maupun budidaya ikan hias (Piferrer dan Lim, 1997).

2.3 Hormon

Hormon adalah zat perantara kimiawi jarak jauh yang secara spesifik disekresikan kedalam darah oleh kelenjar endokrin (kelenjar buntu) sebagai respon terhadap sinyal yang sesuai. Darah membawa zat perantara ini kebagian tubuh lain tempat zat yang terletak jauh dari tempat pengeluarannya (Sherwood, 2001).

Hormon dibagi menjadi beberapa klasifikasi :

- a. Hormon perkembangan/*Growth hormon* adalah hormon yang memegang peranan di dalam perkembangan dan pertumbuhan. Hormon ini dihasilkan oleh gonad.
- b. Hormon metabolisme mengatur proses homeostatis glukosa dalam tubuh diatur oleh bermacam-macam hormon, contoh glukokortikoid, glukagon, dan katekolamin.
- c. Hormon tropik dihasilkan oleh struktur khusus dalam pengaturan fungsi endokrin yakni kelenjar hipofise sebagai hormon perangsang pertumbuhan folikel (FSH) pada ovarium dan proses spermatogenesis (LH).
- d. Hormon pengatur metabolisme air dan mineral – kalsitonin dihasilkan oleh kelenjar tiroid untuk mengatur metabolisme kalsium dan fosfor.

2.4 Hormon Tiroksin

Hormon tiroksin dapat mempengaruhi metabolisme dan pigmentasi, memicu pertumbuhan panjang dan bobot, meningkatkan aktivitas ikan, menurunkan efisiensi fosforilasi dan meningkatkan aktivitas spesifik pada enzim oksidasi (Setiadi *et al.*, 2016). Hormon tersebut memiliki 2 manfaat, yakni dapat berguna mempengaruhi metabolisme dan meningkatkan pertumbuhan. Hormon tiroid secara metabolik berguna dalam peningkatan konsumsi oksigen, yang memicu proses metabolisme secara keseluruhan. Efek hormon tersebut terlihat pada semua organ yang memiliki reseptor spesifik yang sesuai dengan hormon tiroksin (Daneyanti, 2001).

Penelitian Muslim *et al.* (2019), menunjukkan bahwa perendaman larva ikan gabus dalam larutan hormon tiroksin selama 24 jam dapat meningkatkan laju pertumbuhan ikan gabus, dengan pertambahan berat 0,1074 gram dan panjang 0,041 cm. Hormon tiroksin dipengaruhi oleh dosis, cara pemberian hormon, lama pencapahan, kualitas makanan, waktu pemberian makanan, stres, spesies, serta ukuran

ikan (Muttaqin, 2012). Pemberian tiroksin dengan dosis berlebih berpotensi dapat menyebabkan laju metabolisme berjalan terlalu cepat. Hal tersebut akan menimbulkan abnormalitas pada ikan. Abnormalitas dapat berupa penurunan pigmentasi, tidak normalnya sirip dorsal, lordosis dan skeleosis pada tulang, panjang ekor dengan panjang total yang tidak seimbang, hingga kematian (Hermawan *et al.*, 2004).

III. METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan selama 90 hari pada bulan Januari– Maret 2020 yang berlokasi di Laboratorium Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

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

Tabel 1. Alat penelitian

| Nama Alat | Fungsi/Kegunaan |
|-------------------|---|
| Akuarium | Wadah uji |
| Timbangan digital | Mengukur berat pakan dan bobot ikan uji |
| Sprayer | Menambahkan hormon dalam pakan |
| Mikroskop | Mengamati diferensiasi gonad ikan uji |
| <i>Scope net</i> | Sampling ikan uji |
| Jangka sorong | Mengukur panjang ikan uji |
| Alat bedah | Mengambil gonad dalam tubuh ikan uji |
| Kamera | Alat dokumentasi |

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

Tabel 2. Bahan penelitian

| Nama Bahan | Fungsi/Kegunaan |
|--------------------------|--------------------|
| Benih gabus umur 2 bulan | Ikan uji |
| Air tandon | Media pemeliharaan |
| Pakan komersil (PF-800) | Pakan ikan uji |
| Larutan alkohol 70% | Larutan pengencer |
| Kuning telur | Binder pakan |
| Hormon tiroksin | Hormon uji |

3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan dan 2 kelompok. Perlakuan penelitian ini sebagai berikut :

Perlakuan P1 : Tanpa penambahan apapun (kontrol)

Perlakuan P2 : 0,1 mg/l hormon tiroksin

Perlakuan P3 : 0,6 mg/l hormon tiroksin

Perlakuan P4 : 1 mg/l hormon tiroksin

Kelompok ukuran ikan uji yang digunakan ialah :

Ukuran S (*small*, kecil) : <5,5 cm

Ukuran L (*large*, besar) : >5,5 cm

Model rancangan acak lengkap RAK yang digunakan ialah :

$$Y_{ij} = \mu + i + j + ij$$

Keterangan :

I : Perlakuan

J : Kelompok

Y_{ij} : Data hasil pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

i : Pengaruh perlakuan terhadap ikan uji

j : Pengaruh kelompok berdasarkan waktu waktu pemijahan yang berbeda terhadap hewan uji

μ : Nilai tengah dari pengamatan

ij : Pengaruh galat hasil percobaan pada perlakuan ke-1 dan ulangan kelompok ke-j

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur yang digunakan dalam penelitian meliputi persiapan wadah, persiapan ikan uji, pencampuran hormon tiroksin dalam pakan, pemeliharaan ikan serta pengamatan parameter penelitian.

3.4.1 Persiapan Wadah

Akuarium sebanyak 16 buah dengan ukuran masing-masing 60 x 40 x 40 cm³ dibersihkan terlebih dahulu. Kemudian dibilas dan dikeringkan hingga bersih. Kemudian akuarium diisi dengan air dan diberi aerasi dan biarkan selama 1 x 24 jam dan diberi label/tanda sesuai dengan perlakuan yang akan digunakan.

3.4.2 Persiapan Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan dalam penelitian adalah ikan gabus yang berumur 2 bulan dengan ukuran kecil (*small*) dan besar (*large*). Tiap aquarium diisi dengan 7 ekor ikan. Ikan diukur panjang dan bobot guna pengelompokan sebelum dipelihara. Ikan diaklimatisasi agar dapat beradaptasi terlebih dahulu terhadap air dalam wadah selama 15 menit, kemudian dilepaskan.

3.4.3 Pencampuran Hormon Tiroksin (T4) Dalam Pakan

Pencampuran hormon tiroksin dilakukan berdasarkan Dedi *et al.* (2019), dimana penyediaan hormon dilakukan dengan cara menggerus *Thyrax* yang disesuaikan dengan dosis perlakuan. Kemudian hormon dilarutkan dengan alkohol 70% sebanyak 30 ml dan kuning telur sebanyak 20 g/kg dan diaduk hingga homogen. Larutan yang homogen dimasukkan ke dalam botol sprayer yang kemudian disemprotkan ke 1 kg pakan pada tiap perlakuan. Setelah itu, pakan diangin-anginan hingga kering lalu dapat diberikan kepada ikan.

3.4.4 Pemeliharaan Ikan

Selama 8 minggu dilakukan pemeliharaan perlakuan benih gabus dilakukan adaptasi terlebih dahulu. Kemudian, dilakukan pemeliharaan ikan selama 90 hari. Untuk waktu pemberian pakan diberikan setiap 3 kali sehari yaitu pada pukul 09.00, 12.00 dan 16.00 WIB dengan pemberian pakan secara *ad satiation*. Guna menjaga kualitas air tetap optimal dilakukan penyiponan setiap 2 hari sekali dengan membuang limbah air akuarium sebesar 30% dari volume total dan diisi air kembali sesuai volume air akuarium.

3.4.5 Sampling

Sampling diukur dengan cara mengambil 7 ekor ikan gabus pada tiap perlakuan yang diukur panjang dan berat tubuh ikan di awal dan akhir penelitian. Bagian gonad akan dikoleksi untuk diamati diferensiasi kelaminnya pada akhir penelitian.

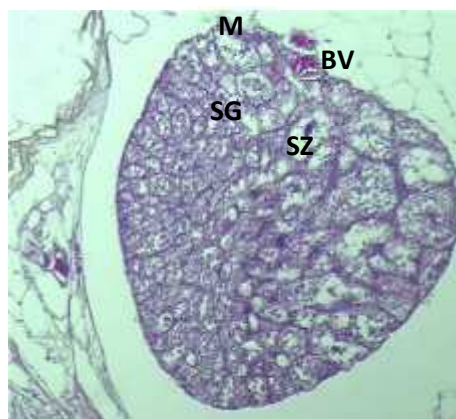
3.5 Parameter Penelitian

3.5.1 Pengamatan Histologi Gonad

Pengamatan histologi gonad dilakukan guna meninjau diferensiasi gonad ikan uji. Sampling dilakukan saat ikan gabus berumur 5 bulan. Sampel yang diambil ialah bagian trunk, berupa bagian tubuh gabus mulai belakang operculum hingga sirip anal. Sampling mulai dilakukan dengan pembiusan ikan menggunakan minyak cengkeh. Kemudian dilakukan pemotongan tubuh ikan gabus pada bagian yang terdapat gonad menggunakan pisau bedah. Setelah itu, bagian gonad dimasukkan kedalam botol sampel yang berisi dengan larutan fiksatif formalin 10% dan direndam selama 24 jam dan larutan tersebut diganti dengan larutan ethanol 70%. Pembuatan preparat pada dilakukan di Balai Veteriner Lampung dan pembacaan hasil histologi gonad dilakukan di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Jenis morfologi yang diamati antara lain:

1. Morfologi Gonad Jantan

Morfologi gonad jantan *Channa striata* dapat dilihat pada Gambar 3.



(Sumber : Vahira *et al.*, 2020)
Gambar 3. Gonad Jantan

Keterangan :

SG = *spermatogonium*

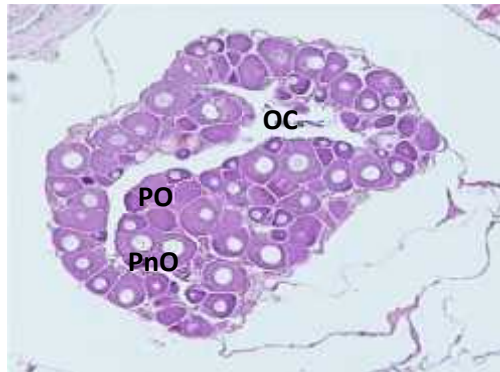
SZ = *Spermatozoa*

BV = *Blood Vessel*

M = *Messentry (benang lemak)*

2. Morfologi Gonad Betina

Morfologi gonad betina *Channa striata* dapat dilihat pada Gambar 4.



(Sumber : Vahira *et al.*, 2020)

Gambar 4. Gonad Betina

Keterangan :

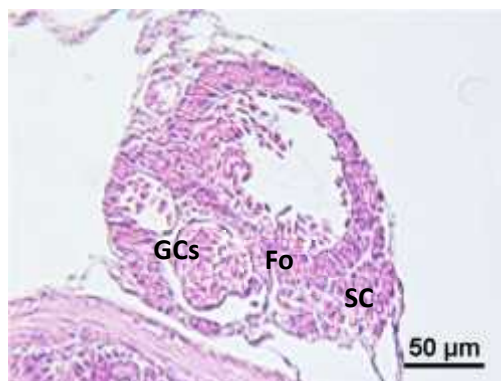
PO = *Primery Oocyte (Oosit Primer)*

PnO = *Prefollicle Oocyte (Sel Pra Folikel)*

OC = *Ovari cavity (rongga ovarium)*

3. Morfologi Gonad *Presumptive Female*

Morfologi gonad *presumptive female* (dugaan betina) *Channa striata* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Gonad *Presumptive* Betina

(Sumber : Vahira, 2019)

Keterangan :

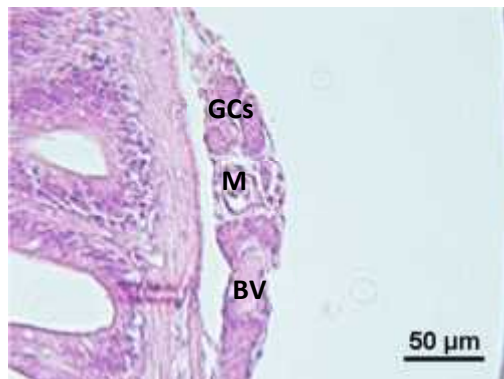
GCS = *Germ Cells* (sel germinal)

FO = *Follicle* (Folikel)

SC = *Somatic Cell* (sel somatik)

4. Morfologi gonad *presumptive male*

Morfologi gonad *presumptive male* (dugaan jantan) *Channa striata* dapat dilihat pada Gambar 6.



(Sumber : Vahira, 2019)

Gambar 6. Gonad *Presumptive Jantan*

Keterangan :

GCS = *Germ Cells* (sel germinal)

BV = *Blood Vessel* (sel blood vessel)

M = Messentry (benang lemak)

3.5.2 Rasio Kelamin

Berdasarkan Effendie (2002), perhitungan rasio kelamin ikan betina dan ikan jantan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SR = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan :

SR = Rasio kelamin (jantan atau betina) (%)

A = jumlah jenis kelamin ikan jantan atau betina (ekor)

B = jumlah total ikan sampel (ekor)

3.5.3 Pertumbuhan Panjang Mutlak

Berdasarkan Effendie (1997), pertumbuhan panjang mutlak dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$L_m = L_t - L_o$$

Keterangan :

L_m : Pertumbuhan panjang mutlak (cm)

L_t : Panjang ikan akhir (cm)

L_o : Panjang ikan awal (cm)

3.5.4 Pertumbuhan Berat Mutlak

Berdasarkan Effendie (2002), pertumbuhan berat mutlak dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W_m = W_t - W_o$$

Keterangan :

W_m : Pertumbuhan berat mutlak (gram)

W_t : Bobot ikan akhir (gram)

W_o : Bobot ikan awal (gram)

3.5.5 Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Pertumbuhan spesifik ikan gabus dihitung menggunakan rumus Asmawi (1983) sebagai berikut:

$$SGR = \frac{(\ln W_t - \ln W_o)}{t}$$

Keterangan :

SGR : Laju pertumbuhan spesifik (%/hari)

W_t : Bobot ikan akhir (gram)

W_o : Bobot ikan awal (gram)

t : waktu (hari)

3.6 Analisis Data

Analisis data yang digunakan adalah performa pertumbuhan yang meliputi pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan berat mutlak, dan laju pertumbuhan spesifik dianalisis dengan uji sidik ragam (ANOVA) dengan program SPSS 25. Sedangkan data kualitatif berupa rasio kelamin dan morfologi diferensiasi kelamin ikan gabus berdasarkan karakteristik gonad dianalisis secara deskriptif.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini antara lain:

1. Belum ditemukan dosis hormon tiroksin yang efektif diberikan secara oral terhadap performa pertumbuhan ikan gabus.
2. Pemberian hormon tiroksin secara oral pada ukuran ikan gabus yang berbeda tidak berpengaruh terhadap rasio kelamin ikan gabus.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini ialah:

1. Perlu dipelajari lebih lanjut dosis efektif pemberian hormon tiroksin secara oral terhadap pertumbuhan ikan gabus.
2. Perlu dilakukan studi terkait efektivitas hormon tiroksin melalui perendaman terhadap rasio kelamin ikan gabus.

DAFTAR PUSTAKA

- Andani, M. A., Marnani, S., & Pramono, T. B. 2020. Pengaruh Lama Waktu Perendaman Telur dalam Larutan Hormon Tiroksin (T4) Terhadap Daya Tetas, Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 4(2): 163-172.
- Andriawan R, Basuki, F., & Yuniarti, T. 2020. Pengaruh lama waktu perendaman hormon tiroksin (T4) terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan larva ikan nila putih (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 4(1): 51-60.
- Asmawi, S. 1983. *Pemeliharaan Ikan dalam Karamba*. Jakarta: PT Gramedia.
- Basset, J.H.D, Harvey, C.B., & Williams, G.R., 2003. Mechanisms of thyroid hormone receptor-specific nuclear and extra nuclear actions. *Molecular and Cellular Endocrinology*. 213, 1-11.
- Budd, A. M., Banh, Q. Q., Domingos, J. A., & Jerry, D. R. 2015. Sex Control in Fish: Approaches, Challenges and Opportunities for Aquaculture. *Journal of Marine Science and Engineering*, 3: 329-355.
- Chan. S.T.H., & W.S.B. Yeung. 1983. Sex Control and Sex Reversal in Fish Under Natural Condition. In: *W.S. Hoar, D.J. randall, and E. M. Donaldson (Eds). Fish Physiology, Vol IX B. New York: Academic Press*. 1: 171-222.
- Cho, H. C., Hwang, I. J., & Baek, H. J. 2014. Histological Analysis of Early Gonadal Development and Sex Differentiation in Chameleon Goby, *Tridentiger trignocephalus*. *Journal Development and Reproduction*, 18(1): 51-56.
- Daneyanti, R. 2001. *Pengaruh Lama Perendaman di dalam Larutan Hormon Tiroksin Terhadap Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan dan Perkembangan Larva Ikan Kerapu Tikus (Cromileptes altivelis)*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Dang, Z.C., 2014. Fish biomarkers for regulatory identification of endocrine disrupting chemicals. *Environmental Pollution*. 185, 222–270.

- Delvin, B. 1993. Statistical evaluation of DNA fingerprinting: *a critique of the NRC's report*. 259: 748-49.
- Devlin, R.H. & Nagahama, Y. 2002. Sex Determination and Sex Differentiation in Fish : an Overview of Genetic, *Physiological, and Environmental Influences Aquaculture*. 208: 191-364.
- Djojosoebagyo, S. 1990. *Fisiologi Kelenjar Endokrin. Vol. 1*. Bogor: Depdikbud, Dikti.PAU Ilmu Hayati IPB .
- Donaldson, E. M. 1996. Manipulation of reproduction in farmed fish. *Animal Reproduction Science*, 42(1-4), 381–392.
- Donaldson, E.M., & Devlin, R.H. 1996. Uses of biotechnology to enhance production. In: Pennell, W., Barton, B.A. Eds. Elsevier, Amsterdam. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*. 29 : 969 – 1020.
- Donaldson, E.M., & Hunter, G.A. 1982. Sex control in fish with particular reference to salmonids. *Canadian Journal Fish Aquatic Scienci*. 39 : 99 – 110.
- Effendie, M. I. 2002. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta:Yayasan Pustaka Nusatama.
- Emilda. 2015. Pemanfaatan Ekstrak Steroid Asal jeroan Teripang untuk Sex Reversal Pada Ikan Gapi. *Faktor Exacta*, 5(4): 336-349.
- Extrada, E., Ferdinand, H. T., & Yulisman. 2013. Kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan gabus (*Channa striata*) pada berbagai tingkat ketinggian air media pemeliharaan. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(1) :103-114
- Fitzpatrick, M. S., Schreck, C. B., & Gale, W. L. 1996. *Masculinization of tilapia through immersion in 17 -methylhydro-testosterone*. Aquaculture Collaborative Research Support Program, Oregon State University, USA.
- Gale, W. L., Fitzpatrick, M. S., Lucero, M., Sanchez, W. M. Z., & Schreck, C. B. 1999. Masculinization of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by immersion in androgens. *Aquaculture*, 178: 349-357.
- Guerrera, M.C., Arfuso, F., Rizzo, M., Saoca., Fazio, F., Fortino, G., Santulli, A., & Piccione, G. 2016. Gonadal sexual differentiation of european sea bass (*Dicentrarchus Labrax*, L. 1758) of fingerlings in different size classes. *Marine and Freshwater Behavior and Physiology*. 49 (5) : 347 – 354.
- Heraedi, A., Prayitno, S. B., & Yuniarti, T. 2018. The Effect of Different Thyroxine Hormone (T4) Concentration on The Growth, Survival, and Pigment Development of Pink Zebra Fish Larvae (*Brachydanio reiro*). *Omni-Akuatika*, 14(2): 21–28.
- Hermawan, M. Zairin Jr. & M. M. Raswin. 2004. Pengaruh Pemberian Hormon Tiroksin Pada Induk Terhadap Metamorfosa dan Kelangsungan Hidup

- Larva Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmorata* Blkr.). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 3(3): 5-8.
- Hernawati, H. 2007. *Endokrinologi: Aspek Fisiologi Kelenjar Endokrin (1st ed.)*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Hidayat, K. 2013. Pembesaran Ikan Selais (*Ompok hypothalamus*) dengan Pemberian Pakan yang Mengandung Hormon Tiroksin (T4). *Skripsi*. Pekanbaru: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.
- Ismail, R. F., Mourad, M. M., Negm, R. M., & Assem, S. S. 2017. Effect of prolonged exposure to thyroxine on growth, puberty timing and ovarian structure in female red tilapia (*Oreochromis* sp.). *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 43, 313–320.
- Johnson, K.M., & Lema, S.C., 2011. Tissue-specific thyroid hormone regulation of gene transcripts encoding iodothyronine deiodinases and thyroid hormone receptors in striped parrotfish (*Scarus iseri*). *General and Comparative Endocrinology*. 172, 505-517.
- Kottelat, M., Whitten, A.J., Kartikasari, S.N., & Wirjoatmodjo, S. 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Jakarta: Periplus Editions Limited.
- Kurniawan, O., Johan, T. I., & Setiaji, J. 2014. Pengaruh Pemberian Hormon Tiroksin (T4) Dengan Perendaman Terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelulushidupan Benih Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy* Lac). *Jurnal Dinamika Pertanian*, 29(1), 107–112.
- Lee, K. H., Yamaguchi, A., Rashid, H., Kadomura, K., Yasumoto, S., & Matsuyama, M. 2009. Estradiol-17 treatment induces intersexual gonadal development in the pufferfish *Takifugu rubripes*. *Zoological Science*, 26(9): 639-645.
- Lisyanto, N., & Andriyanto, S. 2009. Ikan Gabus (*Channa striata*) Manfaat Pengembangan dan Alternatif Teknik Budidaya. *Media Akuakultur*. 4(1): 18 – 25.
- Luzio, A., Santos, D., Fontainhas-Fernandes, A.A., Monteiro, S.M., & Coimbra, A.M., 2016. Effects of 17 α -ethinylestradiol at different water temperatures on zebrafish sex differentiation and gonad development. *Aquatic Toxicology*. 174, 22–35.
- Makmur, S. 2004. Pertumbuhan Ikan Gabus (*Channa striata* Bloch) Di Daerah Banjiran Talang Fatima DAS Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 10(6): 1-6.
- Mayunar. 1994. Beberapa tipe dan teori hermiprodit pada ikan laut. *Oseana*, 19(1): 21-31.

- Muflikhah, N. 2007. Domestikasi Ikan Gabus (*Channa striata*). Prosiding Seminar Nasional Tahunan IV Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan. *Jurusan Perikanan dan Kelautan Universitas Gadjah Mada*. 1–10.
- Muntaziana, M.P.A., Amin, M., Rahman, A., Rahim., & Marimuthu, K. 2013. Present culture status of the endangered snakehead, *Channa striatus* (Bloch, 1793). *Asian Journal Of Animal And Veterinasy Advances*. 8 (2) : 369 – 375.
- Muslim, Susanti, A.D., & Apriana 2019. Pengaruh Lama Perendaman Hormon Tiroksin terhadap Pertumbuhan Larva Ikan Gabus (*Channa striata*). *Journal of Aquaculture of Science*. 4(1) : 01-11.
- Mutia, M. T. M., Gardon, M. P., Faminialagao, C. M., & Muyot, M. C. 2017. Stock assestment of Taal Lake. *National Fisheries Research and Development Institute Year-End Review and Evaluation*. November 8-10, 2017.
- Muttaqin, M. 2012. Efektivitas Perendaman Hormon Tiroksin dan Hormon Pertumbuhan Rekombinan terhadap Perkembangan Awal serta Pertumbuhan Larva Ikan Patin Siam. *Tesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Nabila, N. 2021. *Histologi Diferensiasi Kelamin Ikan Gabus Channa striata Melalui Pemberian Hormon Pertumbuhan Rekombinan Kerapu Kertang Secara Oral*. Skripsi. Bandar Lampung: Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Nelson, E.R., & Habibi, H.R., 2009. Thyroid receptor subtypes: Structure and function in fish. *General and Comparative Endocrinology*. 161, 90-96.
- Pandian, T. J., & Sheela S. G. 1995. Hormonal Induction of sex reversal in Fish. *Aquaculture*. 138: 1-22.
- Pandian, T. J., dan Sheela, S. G. 1995. Hormonal induction of sex reversal in fish. *Aquaculture*, 138: 1-22.
- Pasaribu, A. F., Muslim M., & Syaifudin, M. 2019. Pengaruh Lama Waktu Perendaman Dalam Larutan Tiroksin Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Ikan Gabus (*Channa striata*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 7(1) : 25-33.
- Pebriyanti, M., Muslim., & Yulisman. 2015. Pertumbuhan Larva Ikan Betok (*Anabas testudineus*) Yang Diredam Dalam Larutan Hormon Tiroksin Dengan Konsentrasi Dan Lama Waktu Perendaman Yang Berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 3(1) : 46-57.
- Penman, D.J. 1999. Biotechnology and aquatic genetic resources: genes and genetically modified organisms in: Pullin, R.S.V., Bartley, D.M., Kooiman, J. ŹEds., towards policies for conservation and sustainable use of aquatic genetic resources. *ICLARM Conference Proceedings*. 59: 23–33.

- Piferrer, F. 2001. Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish. *Aquaculture*. 197 : 229 – 281.
- Piferrer, F., & Lim, L.C. 1997. Application of sex reversal technology in ornamental fish culture. *Aquarium Science Conservation*. 1 : 113 – 118.
- Pulungan, P. 2000. *Diktat Kuliah Biologi Perikanan*. Pekanbaru: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.
- Rakhmawati, E., Zairin Jr, M., & Soelistyowati, D. T. 2019 Penjantanan ikan sinodontis *Synodontis eupterus* Boulenger, 1901 pada stadia larva menggunakan ekstrak cabe jawa *Piper retrofractum* dan peningkatan suhu. *Jurnal Ikhtologi Indonesia*, 19(2): 259-269.
- Riadin, A.H. 2020. *Efektivitas hormon pertumbuhan rekombinan kerapu kertang (r-EIGH) terhadap performa pertumbuhan dan seks diferensiasi benih ikan gabus Channa striata, (Bloch, 1793) Melalui Bioenkapsulasi Artemia sp.* Skripsi. Universitas Lampung, Lampung.
- Ribas, L., Valdivieso, A., Díaz, N., & Piferrer, F. 2017. Appropriate rearing density in domesticated zebrafish to avoid masculinization: links with the stress response. *Journal of Experimental Biology*. 220, 1056–1064.
- Sakuro, B. A., Muslim, M., & Yulisman, Y. 2016. Rangsangan pemijahan ikan ikan gabus (*Channa striata*) menggunakan ekstrak hipofisa ikan gabus. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 4 (1): 91–102.
- Saputra, A., Muslim, M., & Fitriani, M. 2015. Pemijahan ikan ikan gabus (*Channa striata*) dengan rangsangan hormon gonadotropin sintetik dosis berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 3(1): 1–9.
- Sebastian, M. 2011. Mare reproduction loss syndrome. 1139 – 1144 in : reproductive and development toxicology. Gupta, R.C. (eds). Massachusetts. New York: Academic Press.
- Setiadi, A., Nainggolan, A., & Ediyanto. 2016. *Peningkatan kualitas pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih gurami (Osphronemus gouramy) melalui perendaman tiroksin (T4)*. Jakarta: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Satya Negara Indonesia.
- Sharma, P., Tang, S., Mayer, G.D., & Patiño, R., 2016. Effects of thyroid endocrine manipulation on sex-related gene expression and population sex ratios in Zebrafish. *General and Comparative Endocrinology*. 235, 38–47.
- Sherwood, L. 2001. *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem Edisi 2*. Jakarta : EGC.

- Suseno, D. 1983. Suatu Perbandingan antara Pemijahan Alami dengan Pemijahan Stripping Ikan Mas (*Cyprinus Carpio L*) terhadap derajat fertilisasi dan penetasan telur. *Tesis*. Yogyakarta: Pascasarjana Universitas Gajah Mada.
- Sutiana, Erlangga, & Zulfikar. 2017. Pengaruh dosis hormon rGH dan tiroksin dalam pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan koi (*Cyprinus carpio*, L). *Acta Aquatica*, 4(2): 76-82.
- Tovo-Neto, A., da Silva Rodrigues, M., Habibi, H. R., & Nobrega, R. H. 2018. Thyroid hormone actions on male reproductive system of teleost fish. *General and Comparative Endocrinology*, 265, 230-236.
- Vahira, A.D., Riadin, A.H., Sarida, M., Utomo, D.S.C., & Setiawan, A.W. 2020. Growth performance and sex ratio of channa striata through immersion and bioencapsulation of artemia with recombinan growth hormone. *Journal Bioflux*, 13(5): 2928-2936.
- Weber, M., dan de Beaufort, L.F.D. 1922. *The Fishes on The Indo-Australian Archipelago: Heteromi, Solenichthyes, Synentognathi, Percosoces, Labyrinthici, Microcyprini*. Vol. IV. E.J. Brill. Holland: Ltd Eerbeek.
- Yamazaki, F. 1983. Sex Control and Manipulation in Fish. *Aquaculture*. 33: 329-354.
- Yatim, W. 1986. *Genetika*. Bandung : Tarsito.
- Yustina, Arnentis, & Ariani, D. 2012. Efektivitas tepung teripang pasir (*Holothuria scabra*) terhadap maskulinisasi ikan cupang (*Betta splendens*). *Jurnal Biogenesis*, 9(1): 37-44.
- Zairin Jr. M. 2002. *Sex Reversal: Memproduksi Benih Ikan Jantan atau Betina*. Jakarta: Penerbar Swadaya.
- Zultamin, Z., Muslim, M., & Yulisman, Y. 2014. Pematangan gonad ikan gabus betina (*Channa striata*) menggunakan hormon *human chorionic gonadotropin* dosis berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 2(2): 162–174.