

**DIFERENSIASI DAN PERKEMBANGAN GONAD BENIH IKAN GABUS
Channa striata (BLOCH, 1793) PADA SUHU PEMELIHARAAN YANG
BERBEDA**

Skripsi

Oleh

Tika Nyla Sari
1714111003



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

DIFERENSIASI DAN PERKEMBANGAN GONAD BENIH IKAN GABUS *Channa striata* (BLOCH, 1793) PADA SUHU PEMELIHARAAN YANG BERBEDA

Oleh

TIKA NYLA SARI

Teknik mengontrol rasio kelamin memiliki peranan penting dalam upaya efisiensi manajemen dan produktivitas budi daya. Teknik mengontrol rasio kelamin ini berhubungan erat dengan sifat unggul dari satu jenis kelamin. Salah satunya pada ikan gabus dimana kandungan albumin jantan lebih tinggi dibandingkan dengan betina sehingga ikan gabus dapat dimanfaatkan secara maksimal keunggulannya di bidang kesehatan. Salah satu dasar untuk melakukan teknik kontrol jenis kelamin yaitu dengan mengetahui jumlah rasio kelamin dan perkembangan gonad ikan. Namun hal ini belum diketahui secara jelas pada ikan gabus. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari tipe gonad serta menghitung jumlah rasio kelamin benih ikan gabus pasca diberikan perlakuan suhu yang berbeda. Perlakuan disusun pada variasi suhu: 22, 28, dan 30°C serta 4 ulangan di setiap perlakuan. Sebanyak 1.200 ekor larva ikan gabus berumur 7 hari didistribusikan ke dalam 12 akuarium dengan volume air 48 liter dan kepadatan 2 ekor/liter. Hasil penelitian menunjukkan morfologi gonad gabus umur 4, 6, 8, dan 10 minggu dapat dikelompokkan menjadi 4 tipe karakteristik, yaitu tipe gonad 1 terdapat *perinucleolar oocytes* (PnO) dan *ovarian cavity* (OC), tipe gonad 2 dominan *primary oocyte* (PO) sedikit *somatic cell* (SC), tipe gonad 3 *primary oocyte* (PO) dan dominan *somatic cells* (SC), dan tipe gonad 4 dominan *somatic cells* (SC) dan *blood vessel* (BV). Rasio kelamin ikan gabus jantan dan betina pada suhu pemeliharaan 28°C adalah 2 : 1 dan pada suhu pemeliharaan 30°C adalah 2,5 : 1.

Kata kunci: Morfologi, karakteristik, gonad, rasio kelamin, gabus

ABSTRACT

THE GONADAL DIFFERENTIATION AND DEVELOPMENT OF SNAKEHEAD FISH *Channa striata* (BLOCH, 1793) JUVENILE AT DIFFERENT REARING TEMPERATURE

By

TIKA NYLA SARI

Sex ratio control techniques play an important role in management efficiency and productivity in aquaculture. The technique of controlling the sex ratio is closely related to the superior nature of one sex. One of them is in sneakhead fish where the albumin content of males is higher than females so that sneakhead fish can be maximally utilized for its superiority in the health sector. One of the bases for conducting sex control techniques is by knowing the number of sex ratios and the development fish gonads. However, this is not yet clearly known in sneakhead fish. The purpose of this research was to study the types of gonads and calculate the number of sex ratios of sneakhead fish after being given different temperature treatments. The treatment was arranged in temperature variations: 22, 28, and 30°C and 4 replicates in each treatment. A total of 1,200 7 day-old sneakhead juvenile were distributed into 12 aquariums with a water volume of 48 liters and a density of 2 fish/liter. The results showed that the morphology of sneakhead fish gonads aged 4, 6, 8, and 10 weeks can be grouped into 4 characteristic types, namely gonad type 1 there were perinucleolar oocytes (PnO) and ovarian cavity (OC), gonad type 2 dominant primary oocyte (PO) few somatic cells (SC), gonad type 3 there were primary oocyte (PO) and dominant somatic cells (SC), and gonad type 4 dominant somatic cells (SC) and blood vessels (BV). Sex ratio of male and female sneakhead fish at 28°C rearing temperature was 2: 1 and at a rearing temperature of 30°C was 2,5 : 1.

Keywords: Morphology, characteristics, gonads, sex ratio, sneakhead

**DIFERENSIASI DAN PERKEMBANGAN GONAD BENIH IKAN GABUS
Channa striata (BLOCH, 1793) PADA SUHU PEMELIHARAAN YANG
BERBEDA**

Oleh

Tika Nyla Sari

Skripsi

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

pada

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



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **DIFERENSIASI DAN PERKEMBANGAN
GONAD BENIH IKAN GABUS *Channa
striata* (BLOCH, 1793) PADA SUHU PEME-
LIHARAAN YANG BERBEDA**

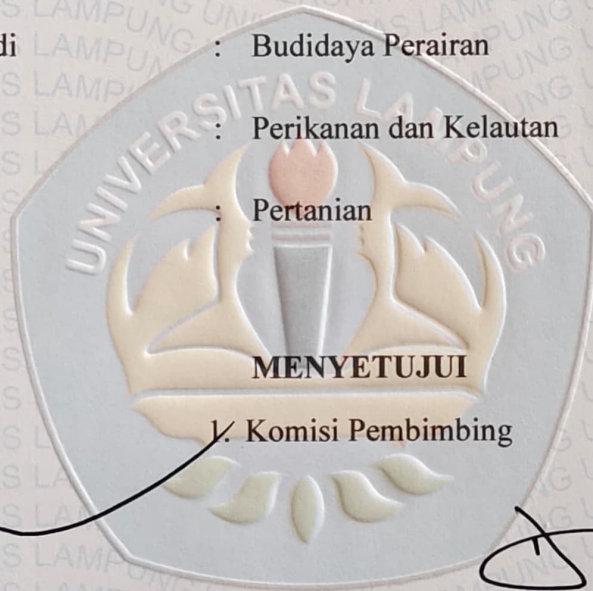
Nama Mahasiswa : **Tika Nyla Sari**

NPM : 1714111003

Program Studi : Budidaya Perairan

Jurusan : Perikanan dan Kelautan

Fakultas : Pertanian



1. Komisi Pembimbing

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

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

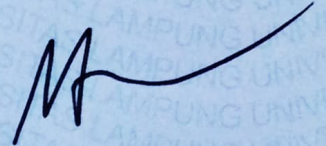
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

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

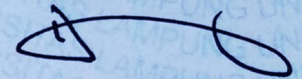
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

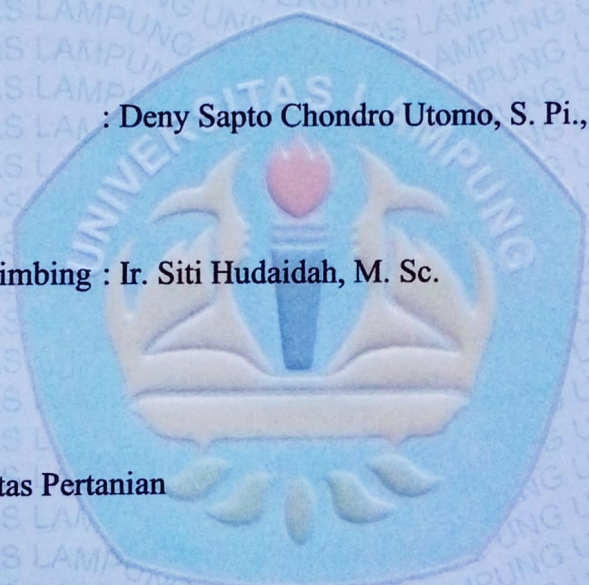
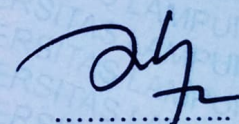
Ketua : Munti Sarida, S. Pi., M. Sc., Ph. D.



Sekretaris : Deny Sapto Chondro Utomo, S. Pi., M. Si.



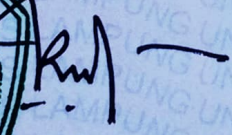
**Penguji
Bukan Pembimbing** : Ir. Siti Hudaidah, M. Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Arwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP.196110201986031002



Tanggal lulus ujian skripsi: 2 Agustus 2023

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, skripsi/laporan akhir ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik (sarjana), baik di Universitas Lampung maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan dari pihak lainnya, 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 dalam naskah dengan disebutkan pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya 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 sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Bandar Lampung, 18 September 2023

Yang membuat pernyataan,



Nika Nyfa Sari
NPM. 1714111003

RIWAYAT HIDUP

Tika Nyla Sari dilahirkan di Taman Endah, Kecamatan Purbo-
linggo, Kabupaten Lampung Timur pada 26 Agustus 1999. Penulis
merupakan anak tunggal dari pasangan Bapak Purnadi dan Ibu
Christina. Penulis menempuh pendidikan formal di Taman Kanak-
Kanak (TK) PKK (2004-2005), Sekolah Dasar Negeri (SDN) 1
Taman Endah (2005-2011), Sekolah Menengah Pertama Negeri
(SMPN) 1 Purbolinggo (2011-2014), dan Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 1
Purbolinggo (2014-2017).

Pada tahun 2017 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang strata 1 (S1) dengan
Beasiswa Bidikmisi di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan
Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional
Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis
pernah menjadi asisten dosen beberapa mata kuliah, seperti: Kimia Dasar, Biokimia
Umum, Avertebrata Akuatik, Avertebrata Laut, Fisiologi Reproduksi Hewan Air,
Genetika Ikan, serta Manajemen dan Teknologi Perbenihan Ikan. Penulis juga aktif
menjadi anggota bidang Pengabdian Masyarakat di Himpunan Mahasiswa Perikanan
dan Kelautan (Himapik) pada tahun 2018/2019 dan 2019/2020. Selain itu, penulis
juga menjadi anggota bidang Minat & Bakat di Forum Komunikasi (Forkom) Bidik-
misi Universitas Lampung 2019/2020. Pada 2020, penulis melaksanakan KKN (Kuli-
ah Kerja Nyata) Periode I di Sidang Way Puji, Kecamatan Rawajitu Utara, Kabupa-
ten Mesuji. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Joel Nararya Farm Suka-
rame, Bandar Lampung berjudul “Pembenihan Ikan Discus (*Symphosodon discus*)”
pada Juni-Juli tahun 2020. Penulis melaksanakan penelitian akhir pada Februari

hingga April 2021 di Laboratorium Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dengan judul “Diferensiasi dan Perkembangan Gonad Benih Ikan Gabus *Channa striata* (BLOCH, 1793) pada Suhu Pemeliharaan yang Berbeda” sebagai tugas akhir di Jurusan Perikanan dan Kelautan Universitas Lampung.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil 'alamin, dengan penuh rasa syukur atas rahmat Allah SWT, saya persembahkan skripsi ini kepada kedua orang tua saya yang sangat saya sayangi dan cintai, yaitu Bapak Purnadi dan Ibu Christina, atas semua pengorbanan yang tak terhingga, doa yang tidak pernah putus, serta dukungan tiada kurang untuk keberhasilan saya mencapai gelar sarjana.

Keluarga besar serta teman-temanku yang selalu memberikan semangat, dukungan, selalu mendoakan di setiap langkah ini yang tak akan terlupakan.

Skripsi ini adalah karya sederhana persembahan saya untuk kalian semua.

Almamater tercinta, Universitas Lampung.

MOTO

“Jadilah baik, sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang berbuat baik”
(QS. Al Baqarah: 195)

“Kita terlalu muda dan belum dewasa untuk menyerah”
(Min Yoongi)

“90% kecemasanmu berasal dari imajinasi yang kau buat, tidak perlu lagi cemas
cukup jalani saja”
(Love Yourself: Tear)

*“The scary news is you’re on your own now,
but the cool news is you’re on your own now.”*
(TNS)

“Ya Allah.. tolong ingatkan aku bahwa kebaikan-Mu akan selalu lebih besar dari
kesalahanku, dan bahwa cinta-Mu akan selalu lebih besar dari rasa maluku”
(TNS)

SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Diferensiasi dan Perkembangan Gonad Benih Ikan Gabus *Channa striata* (BLOCH, 1793) pada Suhu Pemeliharaan yang Berbeda” dengan baik sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar Sarjana Perikanan di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M. Si. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Universitas Lampung.
3. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph. D. selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung serta selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan ilmu, motivasi, dukungan, waktu, dan arahan dalam pelaksanaan penelitian serta dalam proses penulisan skripsi.
4. Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi., M.Si. selaku Pembimbing Kedua atas kesediaannya memberikan saran, bimbingan dan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Ir. Siti Hudaidah, M.Sc. selaku Penguji/Pembahas Utama yang telah memberi saran, bimbingan, dan masukan yang membangun untuk skripsi ini.
6. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Lampung, melalui pembiayaannya dalam skema riset dasar atas nama Munti Sarida, Ph. D., dengan nomor: 1609/UN26.21/PN/2021 pada 21 April 2021.

7. Seluruh dosen dan staf Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah turut berkontribusi memberikan segala upayanya bagi penulis sehingga berhasil menyelesaikan studi.
8. Kedua orang tua tersayang yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan tiada henti baik secara moral dan finansial kepada penulis agar dapat menyelesaikan skripsi.
9. Rekan seperjuangan dalam penelitian, Agus Wibowo yang sudah banyak membantu dan memberikan dukungan bagi penulis dalam proses penelitian.
10. Teman-teman saya, Anjar Khofifah, Diyah Rahmadania, Widya Angga, Yeti Barokah, Inas Aufa, dan segenap keluarga besar BDI 2017.
11. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah kalian berikan kepada penulis, serta penulis berharap skripsi ini bisa memberikan manfaat ke depannya.

Bandar Lampung, 18 September 2023

Tika Nyla Sari
NPM. 1714111003

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Kerangka Pikir Penelitian	3
1.5 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Biologi Gabus.....	6
2.2 Pembentukan Jenis Kelamin	7
2.3 Diferensiasi Gonad.....	7
2.4 Penentuan Kelamin dengan Pengaruh Suhu (<i>Temperature Dependent Sex Determination</i>)	8
2.5 Peran Stres Terhadap Proses Pembentukan Jenis Kelamin Ikan	8
2.6 Morfologi dan Karakteristik Gonad	9

III. METODE PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Rancangan Penelitian	12
3.4 Prosedur Penelitian	13
3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan	13
3.4.2 Persiapan Ikan Uji	13
3.4.3 Pemberian Perlakuan Suhu	13
3.4.4 Manajemen Pemberian Pakan	14
3.4.5 Pengamatan Histologi Gonad	14
3.5 Parameter Penelitian	15
3.5.1 Morfologi Gonad	15
3.5.2 Rasio Kelamin	15
3.6 Analisis Data	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Karakteristik Tipe Gonad Gabus	16
4.2 Perkembangan Tipe Gonad Gabus	17
4.3 Rasio Kelamin Benih Ikan Gabus	23
V. KESIMPULAN DAN SARAN	26
5.1 Kesimpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat penelitian	11
2. Bahan penelitian	12
3. Karakteristik tipe gonad gabus umur 10 minggu	16
4. Komposisi tipe gonad (%) benih ikan gabus yang dipelihara pada suhu yang berbeda	18
5. Rasio kelamin benih gabus dengan pemeliharaan suhu 28 dan 30°C	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir	4
2. Tipe gonad ikan zebra selama periode diferensiasi	10
3. Bagian <i>trunk</i> benih ikan gabus	14
4. Grafik perkembangan tipe gonad di tiap umur perlakuan suhu 28 dan 30°C	21

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Uji statistik histologi tipe gonad gabus umur 10 minggu.....	36
2. Uji statistik Rasio Kelamin Benih Ikan Gabus umur 5 bulan	36

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknik mengontrol rasio kelamin memiliki peranan penting dalam upaya efisiensi manajemen, produktivitas, dan ekonomi dalam kegiatan budi daya (Iskandar *et al.*, 2014). Kegiatan tersebut berhubungan dengan sifat-sifat unggul dari salah satu jenis kelamin. Rasio jenis kelamin ialah angka yang mewakili rasio jumlah jantan terhadap betina dalam populasi. Teknik mengontrol rasio kelamin ini berhubungan erat dengan sifat-sifat unggul dari satu jenis kelamin baik itu jantan maupun betina. Biasanya pertumbuhan ikan relatif cepat adalah sifat paling beralasan untuk dikembangkan dalam satu jenis kelamin. Contoh aplikasinya yaitu pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) jantan laju pertumbuhannya 20% lebih cepat dibandingkan dengan nila betina (Lind *et al.*, 2015). Keunggulan lainnya yaitu dapat mengurangi terjadinya pemijahan liar pada fase indukan. Salah satu dasar untuk dapat melakukan teknik kontrol jenis kelamin yaitu dengan mempelajari jumlah rasio kelamin dan perkembangan gonad ikan.

Salah satu ikan yang masih perlu dipelajari bagaimana diferensiasi kelamin terutama di awal stadia hidup dan perkembangan gonadnya adalah ikan gabus. Ikan gabus merupakan salah satu ikan air tawar indigenus yang terdapat di hampir seluruh perairan Indonesia. Nilai ekonomis ikan gabus cukup tinggi dilihat dari harga jual di pasaran berkisar Rp40.000,00 - 45.000,00/kg. Komoditas ikan gabus memiliki banyak keunggulan, di antaranya mengandung albumin yang bermanfaat untuk mempercepat proses penyembuhan luka (Fera *et al.*, 2019) dan memiliki kandungan protein yang tinggi pada daging gabus mencapai 25,2% serta mineral Zn sebanyak 1,74 mg/kg

(Santoso, 2009; Fitriyani *et al.*, 2020). Banyaknya manfaat untuk kesehatan serta banyak diminati membuat ikan gabus potensial untuk dikembangkan. Namun kendala dalam pengembangbiakan ikan gabus adalah pertumbuhan lambat, kanibalisme tinggi, dan reproduksi yang masih terbatas informasinya. Salah satu aspek reproduksi yang perlu dipelajari adalah pembentukan gonad ikan gabus.

Pembentukan gonad pada teleostei dibagi menjadi dua tahap yaitu, penentuan jenis kelamin (*sex determination*) (Devlin dan Nagahama, 2002) dan diferensiasi kelamin (Wilhelm *et al.*, 2007). Mekanisme penentuan jenis kelamin ikan dibedakan menjadi dua yaitu berdasarkan faktor genetik (*genetic sex determination*) dan faktor lingkungan (*environmental sex determination*). Selanjutnya, diferensiasi kelamin terjadi melalui interaksi kompleks antara *primordial germ cells* dan sel-sel genital menjadi testis atau ovarium. Salah satu faktor lingkungan yang berperan dalam proses pembentukan diferensiasi jenis kelamin ialah suhu. Suhu ialah faktor lingkungan paling memengaruhi pembentukan dan diferensiasi jenis kelamin pada vertebrata yang menyebabkan perubahan rasio jenis kelamin (Valenzuela dan Lance, 2004; Brown *et al.*, 2014). Tidak hanya bergantung pada kisaran suhu yang digunakan, akan tetapi bergantung juga pada waktu perubahan suhu yaitu pada tahap termosensitif. Umumnya pada ikan terjadi di fase larva dan *post larva* (Baroiller dan Guiguen, 2001; Devlin dan Nagahama, 2002). Suhu yang tinggi cenderung mengarahkan ikan pada pembentukan gonad jantan (testis). Sebaliknya, untuk suhu yang rendah cenderung mengarah pada pembentukan gonad betina (ovarium) (Strüssmann *et al.*, 1996; Baroiller dan Guiguen, 2001; Brown *et al.*, 2014; Slamet *et al.*, 2020). Tahapan diferensiasi ikan terjadi ketika masa periode kritis, di mana otak embrio masih dalam keadaan bipotensial mengarahkan pembentukan kelamin baik secara morfologi, tingkah laku dan fungsi (Carman *et al.*, 2008).

Beberapa contoh penelitian mengenai kontrol jenis kelamin pada ikan yaitu yang pertama pada ikan papuyu (*Anabas testudineus*) yang diberi perlakuan suhu 20°C menghasilkan betina sebanyak 84,33% (Slamat *et al.*, 2020), pada ikan medaka (*Oryzias latipes*) yang diberi suhu rendah 17°C menghasilkan ikan betina sebanyak 100%,

sedangkan ketika diberi suhu tinggi 34°C menghasilkan jantan 100% (Hattori *et al.*, 2007), dan pada ikan guppy (*Poecilia reticulata*) dihasilkan jantan sebanyak 68,72% di suhu 32°C) (Mulyasih *et al.*, 2012). Adanya literatur tersebut menjadi bukti bahwa dengan kontrol sekresi enzim aromatase (yang mengendalikan pembentukan jenis kelamin) dapat menganalisis seksual dimorfisme pada ikan. Alfarisy *et al.*, (2013) menyatakan bahwa gabus jantan memiliki kandungan albumin 148,67 mg/L lebih besar dibandingkan dengan betina, yaitu 110,30 mg/L. Akan tetapi, penelitian terkait memproduksi ikan gabus dalam satu jenis kelamin belum ada, khususnya aplikasi tentang bagaimana suhu memengaruhi proses pembentukan jenis kelamin. Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dipelajari lebih lanjut terkait pengaruh suhu terhadap morfologi gonad dan rasio kelamin benih ikan gabus setelah diaplikasikan suhu berbeda.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mempelajari morfologi gonad serta membuat karakteristik gonad menjadi beberapa tipe pasca diberi perlakuan suhu yang berbeda
2. Menentukan rasio kelamin benih ikan gabus pasca diberi perlakuan suhu yang berbeda.

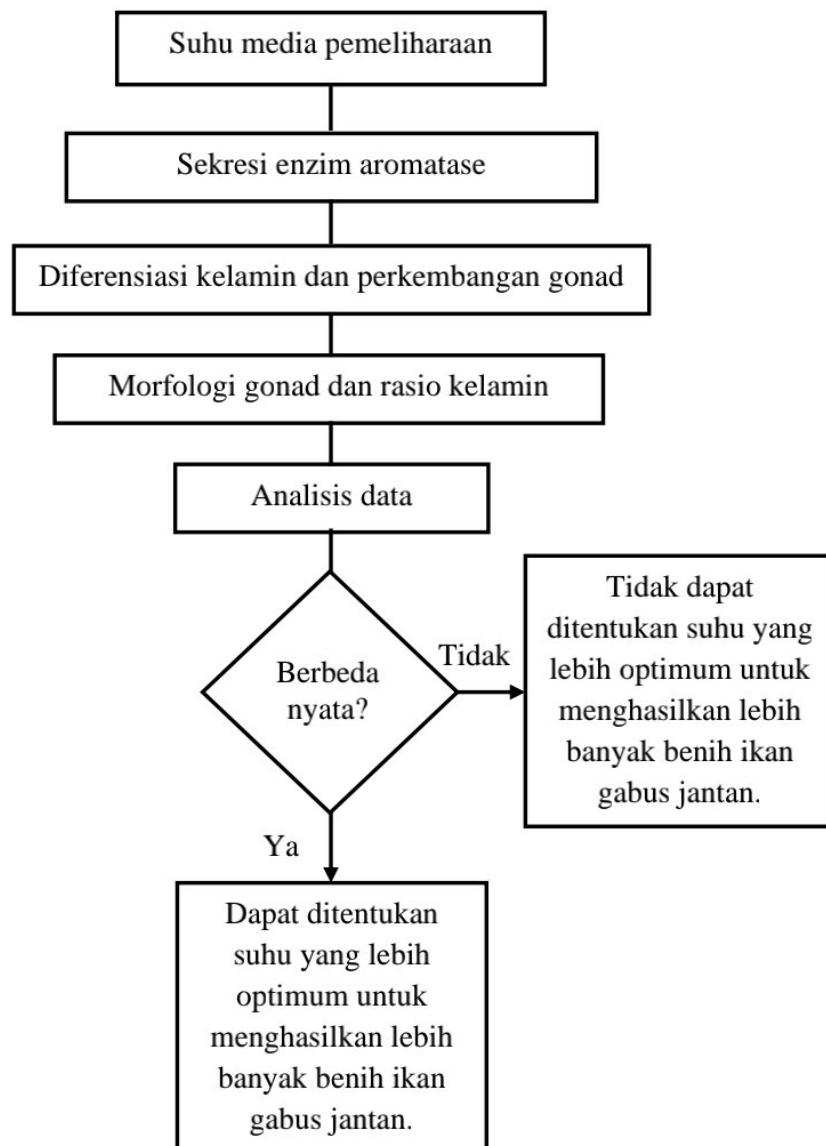
1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah menyediakan informasi dari pengaruh pemeliharaan suhu pemeliharaan yang berbeda terhadap tipe gonad dan rasio kelamin benih ikan gabus.

1.4 Kerangka Pikir

Diferensiasi kelamin berperan penting dalam penentuan pola reproduksi ikan gabus, belum ada informasi mengenai teknologi yang intensif untuk berbudi daya ikan gabus dengan kontrol jenis kelamin. Hal ini disebabkan belum diketahui morfologi gonad ikan gabus yang dapat memberikan informasi penting dalam menentukan rasio kelamin yang terbentuk. Informasi terkait rasio kelamin ini dapat digunakan untuk teknik

monoseks yang selanjutnya dapat membantu dalam pengembangan budi daya ikan gabus sebagai komoditas unggulan. Pada penelitian ini perlakuan menggunakan pengaplikasian suhu yaitu 22, 28, dan 30°C, sedangkan untuk padat tebar yang digunakan yaitu 2 ekor/liter. Selanjutnya hasil dianalisis dan dapat diketahui rasio kelamin dan morfologi gonad yang terbentuk dari ikan gabus. Lebih jelasnya dapat dilihat kerangka pikir pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Kerangka pikir

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Persentase tipe gonad

$$H_0 : \mu_i = \mu_j$$

Tidak terdapat perbedaan nilai tengah persentase tipe gonad benih ikan gabus yang dipelihara pada suhu yang berbeda.

$$H_1 : \mu_i \neq \mu_j$$

Terdapat perbedaan nilai tengah persentase tipe gonad benih ikan gabus yang dipelihara pada suhu yang berbeda.

2. Rasio Kelamin Gonad

$$H_0 : \mu_i = \mu_j$$

Tidak terdapat perbedaan nilai tengah rasio kelamin benih ikan gabus yang dipelihara pada suhu yang berbeda.

$$H_1 : \mu_i \neq \mu_j$$

Terdapat perbedaan nilai tengah rasio kelamin benih ikan gabus yang dipelihara pada suhu yang berbeda.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Gabus

Ikan gabus merupakan ikan air tawar yang bersifat predator dan memiliki julukan sebagai ikan *sneakhead* yang tergolong dalam genus *Channa*. Menurut Bloch (1793) dalam Mulyani (2020), ikan gabus memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Phylum : Chordata
Class : Agtinopteri
Ordo : Perciformes
Family : Channidae
Genus : *Channa*
Species : *Channa striata*

Ikan gabus (*Channa striata*) umumnya memiliki ukuran panjang larva sekitar 3,5 mm, panjang larva umur 4 minggu 10 - 20 mm, dan ukuran ikan berumur 6 minggu mencapai 4 - 5 cm. Umumnya, ikan gabus juvenil akan berenang secara berkelompok, akan tetapi saat beranjak dewasa gabus akan lebih sering berpasangan ataupun sendiri (Kottelat *et al.*, 1996). Dari segi morfologi, dijelaskan bahwa ikan gabus betina dan jantan dewasa mengalami proses pigmentasi yang mengakibatkan banyak bintik hitam pada bagian perut (Irmawati *et al.*, 2017). Bagian bawah tubuh ikan gabus berwarna putih mulai dari dagu hingga belakang sebelum ekor. Muslim (2017) menyatakan bahwa ikan betina lebih mudah diamati seksual dimorfismenya dibandingkan dengan ikan jantan. Hal ini disebabkan ikan betina lebih terlihat buncit dari ikan jantan, terutama ketika ikan tersebut telah matang atau mendekati pemijahan.

2.2 Pembentukan Jenis Kelamin

Penentuan jenis kelamin pada ikan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu *environmental sex determination* (ESD) dan juga *genetic sex determination* (GSD) (Devlin dan Nagahama, 2002; Santos *et al*, 2017). Penentuan jenis kelamin dapat diketahui dari perubahan sel pada fase benih. Umumnya pembentukan gonad ikan terbagi pada tahap perkembangan, gonad akan terus berkembang hingga gonad terbentuk menjadi jenis kelamin dewasa dan tahap selanjutnya adalah pematangan gonad produk seksual. Banyak faktor yang memengaruhi proses terbentuknya kelamin ikan, baik secara genetik maupun secara lingkungan (Irmawati, *et al.*, 2017). Kedua mekanisme penentuan jenis kelamin memiliki penjelasan berbeda dari faktor-faktor yang memengaruhinya. Menurut Ramee *et al.*, (2020) penentuan jenis kelamin dari mekanisme GSD ditentukan oleh faktor genetik dari spesies tersebut yang berasal dari gen jantan dan gen betina (XX dan XY). Adapun mekanisme ESD adalah faktor fisik, kimia, bahkan lingkungan akan memengaruhi jenis kelamin. Faktor tersebut dipengaruhi oleh suhu, pH, maupun kepadatan (Hasan dan Afriani, 2019).

2.3 Diferensiasi Gonad

Menurut Ariyanto *et al.* (2010) diferensiasi kelamin merupakan proses perubahan morfologis, molekuler, dan fisiologis yang berkaitan dengan perkembangan testis atau ovarium. Diferensiasi gonad diatur oleh mekanisme genetik dalam sistem endokrin embrio, tetapi faktor eksternal dan internal lainnya mungkin juga berperan mengatur proses ini (Mardiana, 2009). Pada ikan gonokoris, jenis kelamin ditentukan pada tahap embrio atau masih di dalam tubuh induk. Pada ikan hermaprodit jenis kelamin ditentukan pada waktu tertentu setelah ikan menetas. Diferensiasi kelamin ikan dapat dipengaruhi oleh faktor internal, eksternal, ataupun keduanya. Salah satu faktor eksternal yang berpengaruh kuat terhadap arah berdiferensiasinya kelamin ikan adalah suhu (Abucay *et al.*, 1999; Baroiller dan Guiguen, 2001). Suhu lingkungan terlalu rendah akan menimbulkan perilaku seksual betina, apabila suhu lingkungan tinggi akan menimbulkan perilaku seksual jantan.

2.4 Penentuan Kelamin dengan Pengaruh Suhu (*Temperature Dependent Sex Determination*)

Aplikasi suhu tinggi pada lingkungan tempat pemeliharaan ikan dapat memengaruhi proses penentuan jenis kelamin ikan, yang mana suhu akan memengaruhi hormon estrogen dan dapat mengakibatkan perubahan gonad menjadi jantan (Strüssmann *et al.*, 1996). Menurut Fuiman *et al.*, (1998) larva pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) yang dipelihara pada suhu tinggi memiliki bobot dan panjang yang lebih besar dibandingkan dengan ikan yang diberikan perlakuan suhu yang lebih rendah. Larva ikan pejerrey apabila ditempatkan pada suhu 29 - 32°C menghasilkan jantan.

Perkembangan dan juga pematangan gonad ikan dapat menggunakan mekanisme hormonal yang mana melibatkan GnRH, testosteron, enzim aromatase, gonadotropin, dan estradiol 17- β , yang dikontrol oleh sistem syaraf pusat yaitu otak-hypothalamus-pituitari-gonad. Selain itu rangsangan lingkungan seperti suhu rendah diduga lebih berpengaruh daripada penggunaan bahan-bahan tersebut untuk berkembang menjadi ovarium. Didukung oleh pendapat Arfah *et al.*, (2013) yang menyatakan bahwa perkembangan PGC (*primordial germ cells*) menjadi testes atau ovari dapat dirangsang dengan manipulasi suhu. Menurut Uchida *et al.*, (2004), suhu relatif tinggi mengakibatkan nafsu makan ikan yang cenderung rendah, sedangkan energi dari protein digunakan untuk metabolisme lebih banyak, menyebabkan stres, dan merangsang produksi glukokortikoid, kemudian merangsang penghambatan enzim aromatase cyp19a untuk membentuk jantan dan menyebabkan hilangnya *oocyte* primer.

2.5 Peran Stres Terhadap Proses Pembentukan Jenis Kelamin Ikan

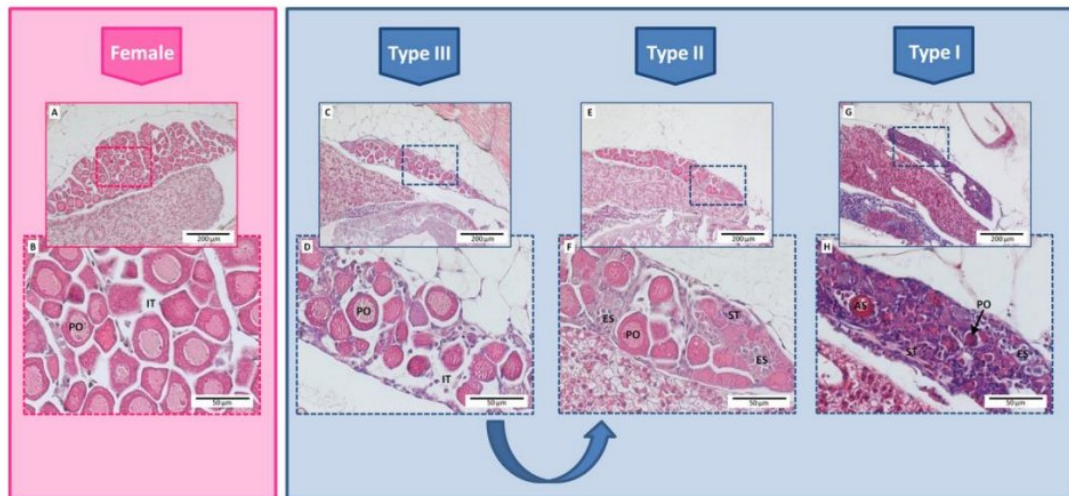
Stres pada ikan disebabkan oleh berbagai faktor (*stressor*) yang menstimulasi respon fisiologis. Faktor-faktor ini mencakup perubahan lingkungan, kontaminasi perairan, bahkan perubahan kelamin pada beberapa spesies ikan (Balasch dan Tort, 2019). Respon stres pada ikan dapat melalui dua jalur, yaitu *sympathochromaffin* (SC) dan hipotalamus-pituitari-interrenal (HPI). Kedua jalur ini masing-masing menghasilkan katekolamin dan kortisol (Gorissen dan Flik, 2016). Pada jalur HPI, ketika terpapar stres

hipotalamus merespon dengan memproduksi *corticotropin releasing hormone* (CRH) kemudian merangsang pituitari untuk menghasilkan *adrenocorticotropic hormone* (ACTH). ACTH selanjutnya dikirimkan ke jaringan-jaringan internal untuk mengeluarkan kortisol. Di sisi lain, jalur SC adalah jalur aktivasi stres yang lebih cepat dibandingkan HPI karena melibatkan hormon adrenalin yang meningkatkan laju jantung dan sistem pernapasan (Balasch & Tort, 2019). Kedua jalur ini memiliki pengaruh berantai terhadap proses-proses fisiologi tubuh, termasuk pengaturan gen-gen penting seperti pertumbuhan, reproduksi, osmoregulasi, dan imunitas.

2.6 Morfologi dan Karakteristik Gonad

Gonad ikan terletak memanjang dan menggantung pada bagian atas rongga perut ikan oleh jaringan pengikat *mesovarium*. Umumnya gonad berjumlah sepasang masing-masing berada di kiri dan kanan antara gelembung renang dan usus. Gonad ikan jantan (testis) saat belum matang gonad banyak mengandung spermatogonium dan pada saat matang gonad testis terdiri atas spermatosit dan spermatid (Rahmawati, 2014). Pada ikan teleostei ovarium terdiri dari folikel, oogonia, oosit, jaringan pendukung atau stroma, pembuluh darah, dan jaringan saraf. Ovarium terdiri atas folikel-folikel yang ditempatkan pada kantung bersekat yang merupakan jaringan stroma. Secara periodik bagian epitel germinal menghasilkan folikel yang berkembang sebagai oogonia. Kemudian oogonium terdiri atas sel yang mulai matang membentuk dan kemudian menghasilkan oosit (Devlin dan Nagahama, 2002).

Menurut Luzio *et al.*, (2016) perkembangan gonad ikan zebra (*Danio rerio*) yang memiliki pola reproduksi *gonocorist undifferentiated* sehingga untuk melihat jenis kelaminnya dapat dilakukan dengan menghitung jumlah oositnya selama periode diferensiasi. Gonad kemudian dikategorikan menjadi 4 karakteristik, yaitu tipe pertama terdiri dari struktur testis, tipe kedua dan ketiga adalah ovarium remaja yang berdiferensiasi menjadi testis, dan tipe ke 4 adalah ovarium remaja. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Keterangan: *primary oocyte* (PO), *degenerative oocyte* (DO), *early spermatocytes* (ES), *interstitial tissue* (IT), *stroma* (ST)

Gambar 2. Tipe gonad ikan zebra selama periode diferensiasi
Sumber: Luzio *et al.*, (2016)

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari - April 2021 selama 63 hari, bertempat di Laboratorium Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Alat penelitian

Nama alat	Dimensi/unit	Keterangan
Akuarium	50x40x30 cm ³ /12	Wadah pemeliharaan.
Akuarium filter	50x40x30 cm ³ /3	Wadah media filter air.
<i>Air conditioner</i> (AC)	1	Pendingin air.
<i>Submersible heater</i>	300 W/2	Induksi suhu air.
<i>Thermostat</i> (REX-C100)	2	Pengatur suhu air.
Kontainer	195 L/2	Tandon air.
Kontainer	100 L/2	<i>Submersible heater</i> .
Pompa air	3	Resirkulasi air.
Keran air	12	<i>Output</i> air.
Pipa paralon	1 dan ½ inc/2	Saluran air.
Drat paralon	1 inc/24	Penghubung paralon.
<i>Impraboard</i>	50x40 cm ² /12	Penutup atas akuarium.
<i>Evafoam</i>	50x40 cm ² /48	Penutup sisi akuarium.
Filter <i>dacron</i>	25x10 cm ² /6	Filter.
Filter <i>zeolite</i>	500	Filter.
<i>Blower</i>	1	Suplai oksigen.
Selang aerasi	1 m/12	Alat suplai oksigen.
Batu aerasi	12	Alat suplai oksigen.

Tabel 1. Alat penelitian (lanjutan)

Nama Alat	Dimensi/Unit	Keterangan
Termometer	12	Alat ukur suhu.
pH meter	1	Alat ukur pH.
DO meter	1	Alat ukur DO.
Refraktometer	1	Alat ukur salinitas.
Milimeter blok	2	Alat ukur panjang.
Neraca analitik 4 desimal	1	Alat ukur bobot.
Baskom	3	Wadah sampling.
Mangkok	500 mL/12	Wadah sampling.
Botol sampel	50 mL/100	Wadah sampel.
Botol sampel	100 mL/150	Wadah sampel.
Tabung eppendorf	1,5 mL/100	Wadah sampel.
Kamera	1	Dokumentasi.
Sarung tangan <i>latex</i>	10	Pelindung dari bahan kimiawi
Plastik transparan	250	Wadah sampling
Alumunium foil	1	Alas sampling
Trash bag	5	Wadah sampah

Bahan yang digunakan pada penelitian ini disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Bahan penelitian

Nama Bahan	Jumlah	Keterangan
Benih ikan gabus	1.200 ekor	
Formalin 10%	2 L	
Etanol 70%	2 L	
Batu es	1 kg/sampling	Anastesi.
Pakan artemia	1 kaleng	
Pakan <i>Tubifex</i> sp.	1 kg	
Pakan pelet PF800 (<i>prima feed</i>)	5 kg	Protein 40%

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan perlakuan terdiri dari 3 perlakuan dan 4 kali ulangan yaitu :

Perlakuan 1 : Suhu media pemeliharaan 22°C

Perlakuan 2 : Suhu media pemeliharaan 28°C

Perlakuan 3 : Suhu media pemeliharaan 30°C

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan

Tempat pemeliharaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium dengan ukuran 50x40x30 cm³ sebagai media pemeliharaan larva ikan gabus. Kemudian diisi air sebanyak 48 L. Air yang digunakan adalah air yang telah diendapkan selama 24 jam dan diberi aerasi, bertujuan untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut, serta menetralkan pH dan suhu air, agar larva ikan gabus dapat tumbuh secara optimal. Alat-alat penelitian, seperti *cooler* dan *heater* pada tiap perlakuan digunakan untuk mengoptimalkan suhu tinggi dan suhu rendah di masing-masing akuarium sebagai perlakuan suhu berbeda. Alat tetas untuk artemia di-*setting* sebagai wadah penetasan dan dipasang termometer untuk mengontrol suhu air di dalam akuarium. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larva ikan gabus berumur 3 hari sebanyak 1.200 ekor. Kemudian kista artemia ditetaskan di wadah penetasan dan digunakan sebagai pakan larva ikan gabus.

3.4.2 Persiapan Ikan Uji

Ikan uji yang akan digunakan adalah larva ikan gabus yang berumur 3 hari yang diperoleh dari Politeknik Negeri Lampung. Larva tersebut sehat dengan ciri-ciri berenang melawan arus dan bergerak aktif. Larva ikan gabus yang digunakan diaklimatisasi selama tiga hari agar beradaptasi dengan lingkungan baru sebelum dimasukkan ke dalam wadah pemeliharaan.

3.4.3 Pemberian Perlakuan Suhu

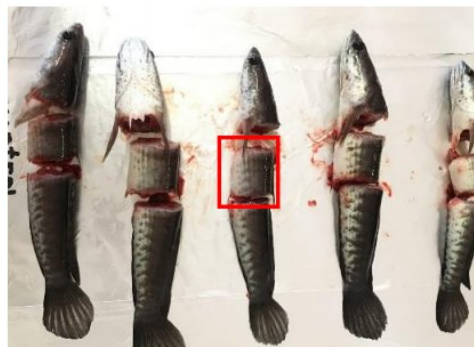
Larva ikan gabus berumur 7 hari pasca diaklimatisasi kemudian dipelihara pada akuarium perlakuan dengan tiap perlakuan digunakan suhu pemeliharaan yang berbeda, yaitu akuarium P1 dengan pemeliharaan pada suhu 22°C, akuarium P2 dengan pemeliharaan pada suhu 28°C, dan akuarium P3 dengan pemeliharaan pada suhu 30°C selama 63 hari.

3.4.4 Manajemen Pemberian Pakan

Awal perlakuan saat ikan berumur 7-14 hari diberi pakan berupa naupli *Artemia*, lalu pada saat berumur 14-21 hari diberikan pakan *Tubifex*, kemudian umur 21-30 diberikan cacing sutera sebanyak 4 kali sehari pada pukul 08.00, 12.00, 16.00, dan 20.00 WIB dengan metode *ad libitum*. Sementara pada saat ikan berumur 30-63 hari diberikan pelet PF800 dengan *feeding rate* 10% dan frekuensi pemberian tiga kali sehari, yaitu pada pukul 08.00, 12.00, 16.00 WIB.

3.4.5 Pengamatan Histologi Gonad

Parameter morfologi dan histologi gonad dilakukan menggunakan uji histologi. Sampling parameter morfologi gonad dilakukan pada ikan tiap 2 minggu sekali hingga ikan berumur 10 minggu dengan mengambil sampel 20 ekor ikan di tiap perlakuan. Sampling parameter rasio kelamin dilakukan pada saat ikan berumur 5 bulan dengan mengambil sampel 40 ekor ikan tiap perlakuan. Sampel yang diambil ialah bagian *trunk* ikan gabus yaitu bagian tubuh ikan dari belakang operkulum hingga sirip anal. Pertama ikan gabus dipingsankan menggunakan air es, kemudian dilakukan pemotongan *trunk* ikan gabus menggunakan pisau bedah. Setelah itu bagian *trunk* direndam dalam larutan formalin 10%. Setelah 24 jam larutan diganti dengan larutan etanol 70%. Pembuatan preparat histologi gonad dilakukan di Balai Veteriner Lampung. Kemudian dilakukan pengamatan hasil preparat histologi gonad di Laboratorium Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.



Gambar 3. Bagian *trunk* benih ikan gabus

3.5 Parameter Penelitian

3.5.1 Morfologi Tipe Gonad

Parameter morfologi tipe gonad diamati dengan cara mengategorikan gonad menjadi beberapa tipe, kemudian dianalisis dengan cara mengamati sampel preparat histologi gonad menggunakan mikroskop. Pengamatan ini dilakukan mengacu pada hasil penelitian Nabilah (2021) yang mengategorikan gonad gabus menjadi 4 tipe, tipe gonad 1 terdiri dari *perinucleolar oocyte* (PnO), *primary oocyte* (PO), dan *ovarian cavity* (OC). Tipe gonad 2 terdiri dari dominan *primary oocyte* (PnO), sedikit *somatic cell* (SC). Tipe gonad 3 terdiri dari *primary oocyte* (PO), dominan *somatic cell* (SC), sedangkan tipe gonad 4 terdiri dari *spermagonium* (SG), *spermatocyte* (SC), *spermatid* (ST), dan *blood vessel* (BV).

3.5.2 Rasio Kelamin

Nilai rasio kelamin didapatkan menggunakan pembagian antara jumlah individu jantan dengan jumlah ikan keseluruhan dihitung menggunakan persamaan:

$$X = \frac{J}{\sum N_t} \times 100\%$$

Keterangan :

X = Persentase kelamin (%)

J = Jumlah individu jantan (ekor)

$\sum N_t$ = Jumlah ikan akhir (ekor)

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh ditabulasi menggunakan Microsoft Excel 2019, kemudian dilakukan uji *Mann-Whitney* pada parameter perkembangan gonad benih ikan gabus umur 10 minggu dan uji t pada parameter rasio kelamin gonad benih gabus untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata dua sampel menggunakan aplikasi SPSS 23.0. Adapun parameter morfologi gonad dianalisis secara deskriptif.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Morfologi gonad gabus umur 4, 6, 8, dan 10 minggu dapat dikelompokkan menjadi 4 tipe karakteristik dan tidak ditemukan perbedaan signifikan tipe gonad selama pemeliharaan pada suhu yang berbeda
2. Rasio kelamin benih ikan gabus jantan dan betina pada suhu pemeliharaan 28°C dengan 30°C masing-masing yaitu 2 : 1 dan 2,5 : 1 dan secara statistik tidak terdapat perbedaan rasio kelamin antara kedua perlakuan.

5.2 Saran

1. Pembudidaya ikan gabus dapat mengaplikasikan penggunaan suhu 30°C untuk menghasilkan lebih banyak benih ikan gabus jantan.
2. Penelitian lanjutan pada rentang suhu yang lebih lebar untuk menghasilkan rasio kelamin yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abucay, J.S., Mair, G.C., Skibinski, D.O.F., dan Beardmore, J.A. 1999. Environmental sex determination: the effect of temperature and salinity on sex ratio in *Oreochromis niloticus*. *Journal Aquaculture*. 173: 219-234.
- Alfarisy, M. U., Nurlita, A., dan Ita, U. 2013. Pengaruh jenis kelamin dan ukuran terhadap kadar albumin pada ikan gabus (*Channa striata*). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 2(1): 2337-3520.
- Arfah, H., Soelistyowati, D. T., dan Bulkini, A. 2013. Maskulinisasi ikan cupang *Betta splendens* melalui perendaman embrio dalam ekstrak purwoceng *Pimpinella alpina*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 12(2): 144-149.
- Ariyanto, D., Sumantadinata, K., dan Sudrajat, A. O. 2010. Diferensiasi kelamin tiga genotipe ikan nila yang diberi bahan aromatasi inhibitor. *Jurnal Riset Akuakultur*. 5(2): 165-174.
- Balasch, J. C. dan Tort, L. 2019. Netting the stress responses in fish. *Journal Frontiers in Endocrinology*, 10: 1-12.
- Bloch. 1793. Species fact sheets *Channa striata*. FAO: Fisheries and Aquaculture Department. <https://www.fao.org/fishery/en/aqspecies/3062/en>. Diakses tanggal 17 Maret 2023.
- Baroiller, J. F. dan Guiguen, Y. 2001. Endocrine and environmental aspects of sex differentiation in gonochoristic fish. *Genes and Mechanisms in Vertebrate Sex Determination*. 91: 177-201

- Brown, E. E., Baumann, H., dan Conover, D. O. 2014. Temperature and photoperiod effects on sex determination in a fish. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 461: 39-43.
- Budd, A.M., Banh, Q.Q., Domingos, J.A., dan Jerry, D.R. 2015. Sex control in fish: approaches, challenges and opportunities for aquaculture. *Journal of Marine Science and Engineering*. 3: 329-355.
- Carman, O., Jamal, M. Y., dan Alimuddin. 2008. Oral administration of 17 α -methyltestosterone increased male percentage of freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 7(1): 25-32.
- Cho, H. C., Hwang, I. J., dan Baek, H. J. 2014. Histological analysis of early gonadal development and sex differentiation in chameleon goby *Tripterygion tripterygius*. *Journal Development and Reproduction*. 18(1):51-56.
- Devlin, R.H. dan Nagahama, Y. 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Journal Aquaculture*. 208: 191-364.
- Fera, F., Asnani., dan Asyik, N. 2019. Karakteristik kimia dan organoleptik produk stik dengan substitusi daging ikan gabus (*Channa striata*). *Journal Fish Pro-tech*. 2(2): 148-156.
- Fernandino, J. I., Hattori, R. S., Kishii, A., Strussmann, C. A., dan Somoza, G. M. 2012. The cortisol and androgen pathways cross talk in high temperature induced masculinization: the 11 β -hydroxysteroid dehydrogenase as a key enzyme. *Endocrinology*. 153(12): 6003-6011.
- Fitriyani, E., Nuraenah, N., dan Deviarni, I.M. 2020. Perbandingan komposisi kimia, asam lemak, asam amino ikan toman (*Channa micropeltes*) dan ikan gabus (*Channa striata*) dari perairan Kalimantan Barat. *Journal Marine Environment and Fisheries*. 1(2): 71-82.
- Fuiman, L. A., Poling, K. R., dan Higgs, D. M. 1998. Quantifying developmental progress for comparative studies of larval fishes. *Copeia*. 3: 602-611.

- Gorissen, M. dan Flik, G. 2016. The endocrinology of the stress response in fish: an adaptation physiological view. *Fish Physiology*. 35: 75–111.
- Hartati, R. dan H. Yanti. 2006. Kajian gonad teripang getah (*Holothuria vagabunda*) pada saat bulan penuh dan bulan di perairan Bandengan, Jepara. *Indonesian Journal of Marine Sciences*. 11(3): 126-132.
- Hasan, U. dan Afriani, D.T. 2019. Kelas ukuran dan nisbah kelamin ikan sembilang (*Plotosus canius*) di Sungai Belawan. *Edu science*. 6(1): 26-30.
- Hattori, R.S., Gould, R. J., Fujioka, T., Saito, T., Kurita, J., Strussman, C.A., Yokota, M., dan Watanabe, S. 2007. Temperature-dependent sex determination in herring medaka *Oryzias latipes*: gender sensitivity, thermal threshold, critical period, and DMRT1 expression profile. *Sexual Development*. 1(2): 138-146.
- Irmawati, Tresnati J. dan Nadiarti. 2017. *Seleksi Induk dan Formulasi Pakan bagi Budidaya Ikan Gabus untuk Mendukung Ketersediaan Sumber Protein Masyarakat*. Laporan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Iskandar, A., Zairin, M., dan Arfah, H. 2014. Efektivitas ekstrak tepung testis sapi dalam alih kelamin ikan nila *Oreochromis niloticus* melalui teknik perendaman. *Jurnal Sains Terapan*. 4(1): 27-34.
- Kottelat, M., Whitten, A. J., Kartikasari, S. N., dan Wirjoatmodjo, S. 1996. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Editions. Hongkong. 261 hlm.
- Lind, C.E., Safari, A., Agyakwah, S.K., Attipoe, F.Y.K., El-Naggar, G.O., Hamzah, A., Hulata, G., Ibrahim, N.A., Khawa, H.L., Nguyen, N.H., Maluwa, A.O., Zaid, M., Zake, T., dan Ponzoni, R.W. 2015. Differences in sexual size dimorphism among farmed tilapia species and strains undergoing genetic improvement for body weight. *Aquaculture Reports*. 1(4): 20-27.
- Luzio, A., Matos, M., Santos, D., Fontainhas-Fernandes, A. A., Monteiro, S. M., dan Coimbra, A. M. 2016. Disruption of apoptosis pathways involved in zebra fish

gonad differentiation by 17 α -ethinylestradiol and fadrozole exposure. *Aquatic Toxicology*. 177: 269-284

- Mardiana, T. Y. 2009. Teknologi pengarahan kelamin ikan menggunakan madu. *PENA Akuatika*. 1(1): 37-43.
- Mazzoni, T. S. dan Grassiotto, I. Q. 2017. *Ovary Differentiation and Activity in Teleostei Fish*. Theriogenology. Portugal. 192 hlm.
- Mulyani, S. 2020. *Histologi Perkembangan Gonad dan Performa Pertumbuhan Calon Induk Gabus Channa Striata (Bloch, 1793) dengan Booster Hormon Pertumbuhan Rekombinan*. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung. 49 hlm.
- Mulyasih, D., Tarsim., dan Sarida, M. 2012. Penggunaan suhu dan dosis propolis yang berbeda terhadap nisbah kelamin ikan guppy (*Poecilia reticulata*). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 1(1): 26-30.
- Muslim. 2017. Penetasan telur ikan gabus (*Channa Striata*) dalam media inkubasi dengan lama pemberian oksigen (aerasi) berbeda. *Jurnal Perikanan Tropis*. 4(2): 187-198.
- Muslim, M., Fitriani, M., dan Afrianto, A. M. 2018. The effect of water temperature on incubation period, hatching rate, normalities of the larvae and survival rate of snakehead fish *Channa striata*. *Aquacultura Indonesiana*. 19(2): 90-94.
- Nabilah, N. 2021. *Histologi Diferensiasi Kelamin Benih Gabus (Channa striata) melalui Pemberian Hormon Pertumbuhan Rekombinan Secara Oral*. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung. 45 hlm.
- Piferrer. 2001. Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish. *Aquaculture*. 197: 229-281.
- Rahmawati, S. 2014. *Indeks Gonadosomatik dan Struktur Histologis Gonad Ikan Wader Pari Rasbora lateristriata (Bleeker, 1854) pada Tahap Perkembangan*

- Pra Dewasa dan Dewasa*. (Skripsi). Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 51 hlm.
- Ramee, S. W., Taylor, N. L., dan Matthew, A. D. 2020. Evaluation of the effect of larval stocking density, salinity, and temperature on stress response and sex differentiation in the dwarf gourami and rosy barb. *Aquaculture reports*. 16: 1-11.
- Rohani, A. R. 1998. *Sebaran Ukuran dan Kematangan Gonad Teripang Pasit (Holothuria Scabra, Jeager) pada Berbagai Kedalaman Perairan*. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 77 hlm.
- Santos, D., Luzio, A., dan Ana, M. C. 2017. Zebrafish sex differentiation and gonad development: a review on the impact of environmental factors. *Aquatic Toxicology*. 191: 141-163.
- Santoso, H. 2009. *Uji Potensi Ekstrak Ikan Gabus (Channa Striata) sebagai Hepatoprotector pada Tikus yang Diinduksi dengan Parasetamol*. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 82 hlm.
- Sarida, M., Riadin, A.H., Vahira, A.D., Utomo, D.S.C., dan Setiawan, W.A. 2020. *Histological Characterization of Early Gonadal Development and Sex Differentiation in Sneakhead (Channa striata)*. The institute of knowledge management. Sri Lanka. 61 hal.
- Sarida, M., Nabilah, N., Rahayu, N.S., Ramandita, A., Setiawan, W.A., Utomo, D.S.C., dan Harpeni, E. 2021. *Effect of Different Doses of Recombinant Growth Hormone and Fish Size on Growth Performance and Gonadal Development of Snakehead (Channa striata) at Juvenile Stage*. The institute of knowledge management. Sri Lanka. 61 hal.
- Sary, R., Zainuddin, dan Rahmi, E. 2017. Struktur Histologis Gonad Ikan Gabus (*Channa striata*) Betina. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*. 1(3): 334-342.
- Scherck, C.B. dan Tort, L. 2016. The concept of stress in fish: fish physiology biology of stress in fish. *Academic Press*. 35: 1-34.

- Shive, H.R., West, R.R., Embree, L.J., Azuma, M., Sood, R., Liu, P., dan Hickstein, D.D. 2010. Brca2 in zebrafish ovarian development, spermatogenesis, and tumorigenesis. *Proceeding of the Academi of Science*. 107(45): 19350-19355.
- Siegfried, K.R. dan Nusslein, V.C. 2008. Germ line control of female sex determination in zebrafish. *Development Biology*. 324(2): 277-287.
- Slamat., Halimi., Ansyari, P., dan Rini, R. K. 2020. Penggunaan suhu rendah dalam penetasan telur ikan papuyu untuk meningkatkan rasio kelamin betina. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan*. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru. 336-341.
- Soltan, M., Hassaan, M.S., El Nagaar, G.O., dan Mohammed, W.E. 2013. Effect of rearing temperature and hormone treatment on sex ratio, survival and body weight of *Oreochromis niloticus* fry. *Journal Biology and Fisheries* 17(4): 13-23.
- Strüssmann, C. A., S. Moriyama, E. F. Hanke, J. C. Calsina Cota., dan F. Takashima. 1996. Evidence of thermolabile sex determination in pejerrey *Odontesthes bonariensis*. *Journal of Fish Biology*. 48: 643-651.
- Uchida, D., Yamashita, M., Kitano, T., dan Iguchi, T., 2002. Oocyte apoptosis during the transition from ovary like tissue to testes during sex differentiation of juvenile zebrafish. *Journal Experimental Biology*. 205(6): 711-718.
- Uchida, D., Yamashita, M., Kitano, T., dan Iguchi, T. 2004. An aromatase inhibitor or high water temperature induce oocyte apoptosis and depletion of P450 aromatase activity in the gonads of genetic female zebrafish during sex reversal. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A. Molecular and Integrative Physiology*. 137(1): 11-20.
- Vahira, A. D. 2019. *Performa Pertumbuhan dan Diferensiasi Kelamin Benih Ikan Gabus Channa striata, (Bloch, 1793) melalui Perendaman Hormon Pertumbuhan Rekombinan Kerapu Kertang (R-EIGH)*. (Skripsi). Universitas Lampung. 50 hlm.

- Vahira, A. D., Riadin, A.H., Sarida, M., Utomo, D.S.C., dan Setiawan, A.W. 2020. Growth performance and sex ratio of *Channa striata* through immersion and bioencapsulation of artemia with recombinant growth hormone. *Journal AACL Bioflux*. 13:5.
- Valenzuela, N. dan Lance, V. 2004. *Temperature-Dependent Sex Determination in Vertebrates*. Smithsonian Institution. Washington. 194 hlm.
- Wang, X.G., Bartfai, R., Sleptsova-Freidrich, I., dan Orban, L. 2007. The timing and extent of 'juvenile ovary' phase are highly variable during zebrafish testis differentiation. *Journal of Fish Biology*. 70: 33-44.
- Wilhelm, D., Palmer, S., dan Koopman, P. 2007. Sex determination and gonadal development in mammals. *Physiol Rev*. 87(1): 1-28