

**STUDI PENGGUNAAN HORMON PERTUMBUHAN REKOMBINAN
KERAPU KERTANG (r-EIGH) TERHADAP PERFORMA
PERTUMBUHAN DAN DIFERENSIASI KELAMIN IKAN BANDENG,
Chanos chanos (Forsskal, 1775)**

Skripsi

Oleh

BELLA KRISMONITA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRACT

USE OF GIANT GROUPEL RECOMBINANT GROWTH HORMONE (*r-ElGH*) ON BOTH GROWTH PERFORMANCE AND SEX DIFFERENTIATION OF MILK FISH *Chanos chanos* (Forsskal, 1775)

by

Bella Krismonita

Market demand of milkfish has been increased. But the availability of seeds and also the growth of milkfish is slow, becoming an obstacle in culture process. The aim of this study was to investigate the effect of addition recombinant giant grouper (*r-ElGH*) on both growth performance and sex differentiation of milkfish. Addition of *r-ElGH* hormone technique was used the oral method. There were six treatments used, without egg yolks, *phosphate buffer saline*, and without *r-ElGH* (K (-)), with the addition of egg yolks, *phosphate buffer saline*, and different *r-ElGH* dose (0, 3, 6, 30, 60 mg/kg of feed, (K (+), P1, P2, P3, P4, respectively) with individually replications. The result shows that the addition of *r-ElGH* hormone on feed with dose 6 mg/kg of milkfish can be provided a specific growth rate of 2,01%/day, absolute body growth of 15,1 g, absolute body length of 6,52 cm, and also feed conversion ratio 1,43. Whereas, sex differentiation of larvae milkfish was observed only individual which were presumptive females on age 3,5 months. It indicates that differentiation period of this larvae might be needed times longer than 3,5 months to be able analyze complete gonadal sex differentiation on milkfish juvenile.

Keywords: *r-ElGH*, *chanos chanos*, growth, gonadal sex differentiation

ABSTRAK

STUDI PENGGUNAAN HORMON PERTUMBUHAN REKOMBINAN KERAPU KERTANG (*r-ElGH*) TERHADAP PERFORMA PERTUMBUHAN DAN DIFERENSIASI KELAMIN IKAN BANDENG, *Chanos chanos* (Forsskal, 1775)

Oleh

Bella Krismonita

Permintaan pasar terhadap ikan bandeng terus meningkat. Namun ketersediaan benih serta pertumbuhan benih ikan bandeng yang lambat menjadi kendala dalam budidaya. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mempelajari pengaruh pemberian hormon pertumbuhan rekombinan (*r-ElGH*) terhadap pertumbuhan dan diferensiasi kelamin ikan bandeng (*Chanos chanos*). Teknik pemberian hormon *r-ElGH* yang digunakan yaitu dengan metode oral. Terdapat enam perlakuan yang digunakan yaitu perlakuan K- (tanpa penambahan *r-ElGH*, kuning telur, dan *phosphate buffer saline*), perlakuan K+ (tanpa penambahan *r-ElGH*, namun ditambahkan kuning telur, dan *phosphate buffer saline*), penambahan *r-ElGH* pada pakan dengan dosis 3 mg/kg pakan (P1), 6 mg/kg pakan (P2), 30 mg/kg (P3), 60 mg/kg (P4) dengan ulangan individu pada setiap perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *r-ElGH* dengan dosis 6 mg/kg pakan pada ikan bandeng dapat memberikan laju pertumbuhan spesifik 2,01% hari, bobot mutlak 15,1 g, panjang mutlak 6,52 cm, dan rasio konversi pakan sebesar 1,43. Sementara itu, diferensiasi kelamin bandeng yang berumur 3,5 bulan hanya terdapat individu dengan *presumptive* betina. Diduga bandeng sedang dalam masa diferensiasi, sehingga dibutuhkan waktu yang lebih lama dari 3,5 bulan untuk dapat menganalisa sel kelamin benih ikan bandeng.

Kata Kunci : *r-ElGH*, *chanos chanos*, pertumbuhan, diferensiasi kelamin gonad

**STUDI PENGGUNAAN HORMON PERTUMBUHAN REKOMBINAN
KERAPU KERTANG (r-EIGH) TERHADAP PERFORMA
PERTUMBUHAN DAN DIFERENSIASI KELAMIN IKAN BANDENG,
Chanos chanos (Forsskal, 1775)**

Oleh
BELLA KRISMONITA

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
2019

Judul Skripsi : **STUDI PENGGUNAAN HORMON
PERTUMBUHAN REKOMBINAN KERAPU
KERTANG (*r-EIGH*) TERHADAP PERFORMA
PERTUMBUHAN DAN DIFERENSIASI KELAMIN
IKAN BANDENG, *Chanos chanos* (Forsskal, 1775)**

Nama Mahasiswa : **Bella Krismonita**

No. Pokok Mahasiswa : 1514111001

Program Studi : Budidaya Perairan

Fakultas : Pertanian



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Deny Sapto C. Utomo, S.Pi., M.Si.
NIP 19840731 201404 1 002

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

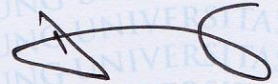
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.
NIP 19640215 199603 2 001


MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

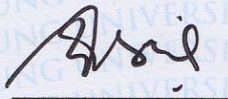
Ketua : **Deny Sapto C. Utomo, S.Pi., M.Si.**



Sekretaris : **Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Esti Harpeni, S.T., M.App.Sc.**



Dekan Fakultas Pertanian

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

NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **19 Desember 2019**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis, skripsi/laporan akhir ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Sarjana/Ahli Madya), baik di Universitas Lampung maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dari 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 naskah yang disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila 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.

Bandar Lampung, 19 Januari 2020
Yang Membuat Pernyataan,



Bella Krismonita
NPM. 1514111001

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada 11 Maret 1998 sebagai anak pertama dari tiga bersaudara pasangan Bapak Hi. Sorimin dan Ibu Hj. Dr. Agus Setiawati, S.Sos.,S.E.,M.M. Penulis menempuh pendidikan formal dari Sekolah Dasar Islam Muhammadiyah 1 Bandar Lampung pada tahun 2003 - 2009, dilanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di SMP Islam Terpadu Ar-Raihan Bandar Lampung pada tahun 2009 - 2012, dan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 7 Bandar Lampung pada tahun 2012 - 2015. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan kejenjang Perguruan Tinggi di Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) pada tahun 2015.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (HIMAPIK) sebagai anggota bidang 1 Pengkaderan periode 2017 – 2018. Penulis telah melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bandar Agung, Kecamatan Bandar Negeri Suoh, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung pada bulan Januari – Februari 2019. Penulis mengikuti Praktik Umum di Taman Mini Indonesia Indah (TMII), Jakarta Timur dengan Judul “**Pembenihan Ikan *Black Ghost (Afteronotus albifrons)***” pada bulan Juli – Agustus 2018.

Penulis melakukan penelitian pada bulan Juni- September 2019 di Laboratorium Lapang Terpadu dan Laboratorium Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dengan judul “**Studi Penggunaan Hormon Pertumbuhan Rekombinan Kerapu Kertang (*r-ElGH*) Terhadap Performa Pertumbuhan dan Diferensiasi Kelamin Ikan Bandeng, *Chanos chanos* (Forsskal, 1775)**”.

SANWACANA

Penulis mengucapkan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi yang berjudul “Studi Penggunaan Hormon Pertumbuhan Rekombinan Kerapu Kertang (*r-ElGH*) Terhadap Performa Pertumbuhan dan Diferensiasi Kelamin Ikan Bandeng, *Chanos chanos* (Forsskal, 1775)”.

Selama proses penyelesaian skripsi, penulis memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Ir. Siti Hudaidah, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan Universitas Lampung sekaligus Pembimbing Akademik.
3. Bapak Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi., M.Si., selaku Pembimbing I, yang telah banyak memberikan ilmu, arahan, masukan, dan waktunya untuk selalu membimbing penulis dalam penyelesaian skripsi.
4. Ibu Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D., selaku Pembimbing II, yang juga telah memberikan banyak ilmu, arahan, masukan, dan waktunya untuk selalu membimbing penulis dalam penyelesaian skripsi.

5. Ibu Esti Harpeni, S.T., M.App.Sc., selaku Penguji yang telah meluangkan waktu, membimbing, memberikan kritik, saran, dan masukan dalam penyelesaian skripsi.
6. Bapak Tarsim, S.Pi., M.Si., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi kepada penulis selama masa studi.
7. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Perikanan dan Kelautan yang penuh dedikasi dalam memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis, serta segala bantuan yang diberikan selama penulis menyelesaikan studi.
8. Kedua orangtuaku tercinta serta Adikku Taqiyyah Syaikhoh dan Tsabitah Syafiqoh yang selalu memberikan semangat, dukungan, doa, dan motivasi selama ini.
9. Nadila Sutrisno, S.Pi , serta teman-teman Budidaya Perairan angkatan 2015, yang tidak dapat dituliskan satu persatu.

2020

Bandar lampung, 19 Januari

Penulis,

Bella

Krismonita

PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur kepada Allah SWT atas kenikmatan dan kemudahan yang selalu mengiringi langkah untuk semua hambanya. Kupersembahkan karya terbaik dalam hidupku kepada kedua orangtuaku (Ibu dan Bapak) tercinta, yang senantiasa memberikan kasih sayang, do'a dukungan, motivasi, pengorbanan dan selalu memberikan yang terbaik.

Adik-adikku dan seluruh keluarga besar yang telah memberikan semangat, do'a dan dukungan selama masa studi.

Teman-teman Budidaya Perairan angkatan 2015 yang telah memberikan bantuan dan kebersamaan dari awal hingga akhir masa studi.

✦

Almamater tercinta "UNIVERSITAS LAMPUNG"

MOTTO

“Barangsiapa yang menginginkan dunia maka hendaklah dengan ilmu, barangsiapa yang menginginkan akhirat, maka hendaklah dengan ilmu, barangsiapa yang menginginkan keduanya, maka hendaklah dengan ilmu”.

-(Khasanah Imam Syafi'i)-

Risau dengan dunia adalah kegelapan hati. Risau dengan akhirat adalah cahaya hati.

-(Usman Bin Affan)-

Jangan menjelaskan tentang dirimu kepada siapapun. Sebab yang menyukaimu tidak membutuhkannya, dan yang membencimu tidak akan mempercayainya.

-(Ali Bin Abi Thalib)-

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	3
C. Manfaat Penelitian	4
D. Kerangka Pikir	4
E. Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Biologi Reproduksi Bandeng (<i>Chanos chanos</i>)	7
B. Hormon Pertumbuhan (<i>Growth Hormone</i>)	8
C. Mekanisme rGH Terhadap Pertumbuhan Ikan	10
D. Diferensiasi Kelamin	11
III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat	23
B. Alat dan Bahan	23
C. Rancangan Penelitian	24
D. Persiapan Wadah	25
E. Ikan Uji	25
F. Perlakuan Pemberian rEIGH Secara Oral	26
1. Penyiapan Pakan	26
2. Pemberian dosis rEIGH	27
G. Manajemen Pemberian Pakan	27
H. Pemberian Pakan Perlakuan	27
I. Prosedur Sampling	27
J. Manajemen Kualitas Air	28
K. Parameter Penelitian	28
1. Laju Pertumbuhan Spesifik	28
2. Pertumbuhan Mutlak	29
3. Konversi Pakan	30

4. Histologi Gonad	30
L. Analisis Data	31

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil	32
1. Laju Pertumbuhan Spesifik	32
2. Pertumbuhan Bobot Mutlak	33
3. Pertumbuhan Panjang Mutlak	35
4. Rasio Konversi Pakan	38
5. Diferensiasi Kelamin	38
B. Pembahasan	39

V. PENUTUP

A. Kesimpulan	43
B. Saran	43

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat	23
2. Bahan	23
3. Diferensiasi Kelamin	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pikir Penelitian.....	5
2. Mekanisme Kerja GH.....	11
3. Perkembangan gonad <i>Cichlasoma dimerus</i> pada hari ke-14.....	12
4. Perkembangan gonad <i>Cichlasoma dimerus</i> pada hari ke-25.....	13
5. Perkembangan gonad <i>Cichlasoma dimerus</i> pada hari ke-38.....	14
6. Perkembangan ovarium <i>Cichlasoma dimerus</i> pada hari ke-42.....	14
7. Diferensiasi ovarium <i>Cichlasoma dimerus</i> pada hari ke-100.....	15
8. Diferensiasi testis <i>Cichlasoma dimerus</i> pada hari ke-65.....	15
9. Diferensiasi testis <i>Cichlasoma dimerus</i> pada hari ke-72.....	16
10. Diferensiasi testis <i>Cichlasoma dimerus</i> pada hari ke-80.....	17
11. Diferensiasi testis <i>Cichlasoma dimerus</i> pada hari ke-100.....	18
12. Gonad <i>Mexican snook</i> belum berdiferensiasi hari ke-171.....	19
13. Gonad <i>Mexican snook</i> awal diferensiasi hari ke-178-215.....	20
14. Gonad <i>Mexican snook</i> pertengahan diferensiasi hari ke-227-255.....	20
15. Gonad <i>Mexican snook</i> akhir diferensiasi hari ke-269-339.....	21
16. Gonad <i>Mexican snook</i> berdiferensiasi lengkap hari ke-355-367.....	22
17. Laju Pertumbuhan Spesifik.....	32
18. Pertumbuhan Bobot Mutlak.....	34
19. Pertambahan Bobot Mutlak.....	35
20. Pertumbuhan Panjang Mutlak.....	36
21. Pertambahan Panjang Mutlak.....	37
22. Rasio Konversi Pakan.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Hasil Uji SAS	50
2. Persiapan Wadah Penelitian	53
3. Persiapan Ikan Uji	54
4. Pembuatan Pakan Perlakuan	54
4. Pemeliharaan Ikan	56
5. Sampling	56

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebutuhan bandeng (*Chanos chanos*) meningkat setiap tahun, baik untuk konsumsi dalam negeri, maupun luar negeri. Selama kurun waktu 2012-2015 produksi ikan bandeng di Provinsi Lampung mengalami peningkatan sebesar 45% dari 5795,34 ton naik menjadi 8413,73 ton (Dinas Kelautan dan Perikanan Prov. Lampung, 2015). Akan tetapi, terdapat kendala pada ketersediaan benih dalam budidaya bandeng, serta pertumbuhan benih yang lambat. Sehingga perlu dipelajari teknik peningkatan performa pertumbuhan ikan bandeng dalam upaya pemenuhan permintaan benih bandeng (Winarsih *et al.*, 2011).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kendala ketersediaan benih bandeng yaitu pemberian hormon pertumbuhan. Hormon pertumbuhan adalah polipeptida yang terdiri dari rangkaian asam amino rantai tunggal dengan ukuran sekitar 22 kDa yang dihasilkan di kelenjar pituitari bagian depan dengan fungsi pleiotropik pada hewan vertebrata (Acosta *et al.*, 2009; Rothan *et al.*, 2014). Rousseau & Duofur (2007) melaporkan bahwa hormon pertumbuhan memiliki peran penting dalam regulasi pertumbuhan dan perkembangan tubuh, selain itu juga dapat mempengaruhi reproduksi, imunitas, dan osmoregulasi pada hewan *teleostei*. Terkait dengan dampak hormon pertumbuhan dalam memacu pertumbuhan yang bertindak pada tingkat yang berbeda secara langsung pada sistem otak

dan otot, sedangkan secara tidak langsung melalui produksi endokrin atau IGF-1 (*Insulin-like growth factor-1*) telah ada sejak perkembangan hewan vertebrata dan lebih dulu muncul sebelum hormon pertumbuhan ada, selain itu IGF-1 juga ada dalam berbagai kelas invertebrata. Hormon pertumbuhan juga terlibat dalam sistem regulasi metabolisme melalui aksi lipolitiknya dan efek anabolik pada metabolisme protein.

Recombinant fish growth hormone (rFGH) adalah salah satu produk hormon pertumbuhan yang dihasilkan melalui mekanisme kombinasi gen-gen yang diinginkan secara kloning di luar tubuh dengan bantuan sel transforman. Gen pertumbuhan dari ikan target diisolasi dan ditransformasikan dengan bantuan mikroba, seperti *Escherichia coli*, *Bacillus*, *Streptomyces*, dan *Saccharomyces* (Rothan *et al.*, 2014). Pembuatan rFGH yang lebih dikenal dengan rGH di Indonesia sudah dilakukan dengan pembuatan konstruksi yang berasal dari ikan mas (*Cyprinus carpio recombinant growth hormone*) (r-CcGH), ikan gurame (*Osphronemus goramy recombinant growth hormone*) (r-OgGH), dan ikan kerapu kertang (*Ephinephelus lanceolatus recombinant growth hormone*) (r-ElGH).

Jenis hormon pertumbuhan r-ElGH memiliki nilai bioaktivitas biologi terbaik yang mampu meningkatkan performa pertumbuhan ikan nila (Alimuddin *et al.*, 2010). Hal ini yang melatarbelakangi penggunaan r-ElGH pada penelitian ini. Berdasarkan studi aplikasi terdapat tiga metode aplikasi r-ElGH pada ikan uji, diantaranya yaitu: metode oral, injeksi, dan perendaman. Fauzi (2015) dan

Handoyo (2017) melakukan penelitian dengan menggunakan dosis r-*EIGH* sebanyak 2 mg/kg pakan dan 30 mg/kg pakan secara oral terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan bobot ikan nilam dan sidat berturut-turut sebesar 2,42%, dan 1,78% dibanding kontrol. Kemudian, aplikasi r-*EIGH* secara injeksi dengan dosis 1 μ l telah terbukti mampu meningkatkan bobot ikan nila sebesar 20,94% (Alimuddin *et al.*, 2010). Selanjutnya, pemberian r-*EIGH* dengan metode aplikasi perendaman menggunakan dosis 12 mg/l mampu meningkatkan pertumbuhan bobot ikan sidat sebesar 37,4% dibanding kontrol (Handoyo, 2012). Berdasarkan ketiga metode aplikasi r-*EIGH* tersebut, metode yang cukup aplikatif untuk stadia benih yaitu metode melalui pakan (oral). Sejauh ini belum ada informasi aplikasi hormon r-*EIGH* terhadap performa pertumbuhan bandeng melalui metode oral sehingga perlu dilakukan penelitian pemberian r-*EIGH* pada bandeng untuk meningkatkan performa pertumbuhan bandeng melalui stimulus produksi IGF-1 (*Insulin Growth Factor-1*) pada hati. Juga, perlu dipelajari diferensiasi kelamin pada benih bandeng yang sebelumnya pernah ada. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan pengetahuan dan proses budidaya bandeng.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh aplikasi hormon pertumbuhan rekombinan r-*EIGH* dengan dosis yang berbeda terhadap performa pertumbuhan dan diferensiasi kelamin bandeng (*Chanos chanos*).

C. Manfaat

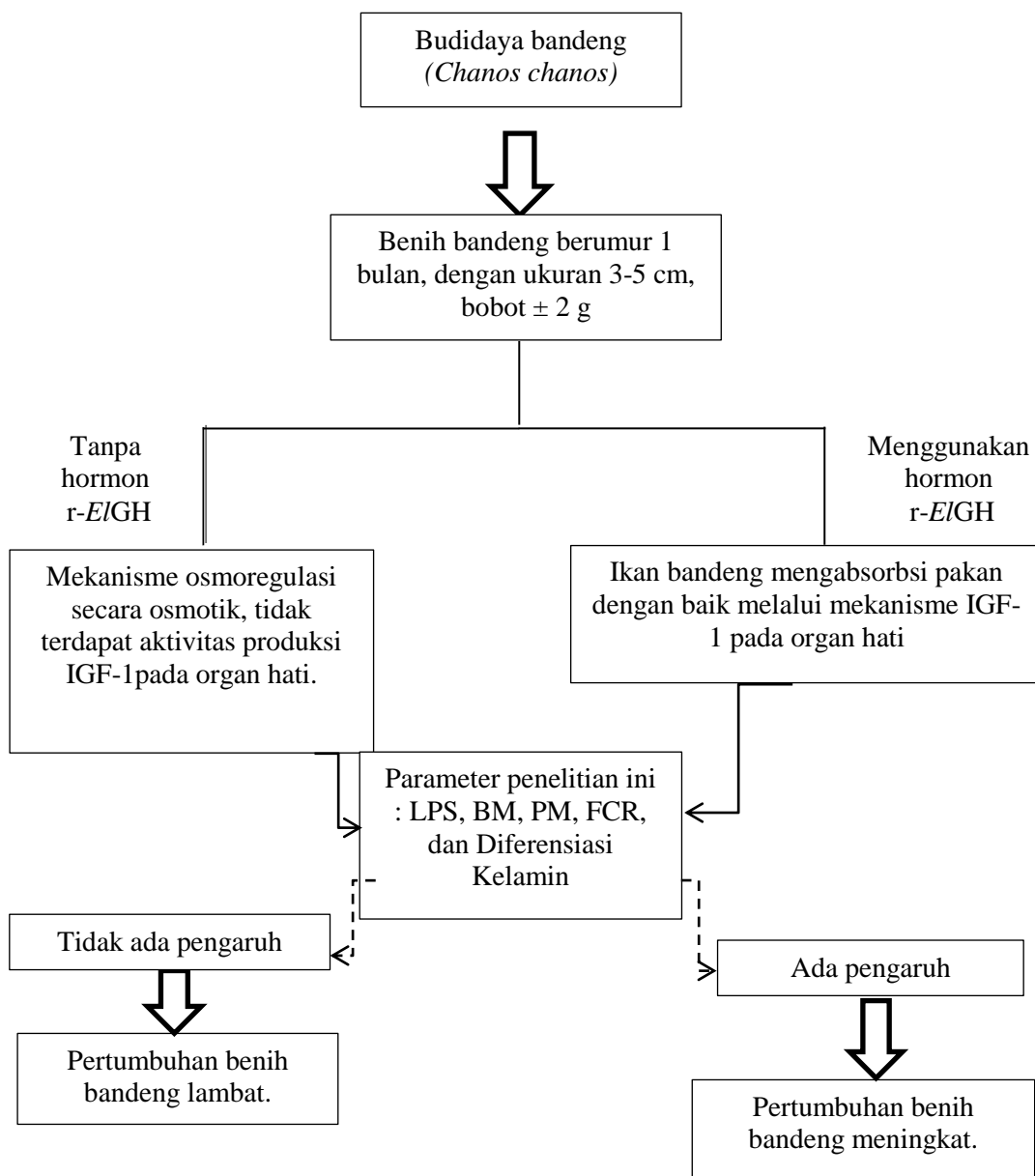
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi praktisi budidaya tentang dosis yang tepat dalam menggunakan hormon pertumbuhan rekombinan *r-E/*GH terhadap pertumbuhan dan diferensiasi kelamin bandeng (*Chanos chanos*).

D. Kerangka Pemikiran

Budidaya bandeng memiliki masalah dalam hal pertumbuhan yang lambat, diferensiasi kelamin belum ada, dan ketersediaan benih yang rendah. Sehingga alternatif penggunaan hormon pertumbuhan rekombinan (rGH) dapat dijadikan solusi untuk memecahkan masalah tersebut. Secara umum, mekanisme kerja *r-E/*GH dalam mempengaruhi performa pertumbuhan bandeng dapat secara langsung maupun tidak langsung (Mengadopsi dari mekanisme kerja rGH menurut Yamaguchi *et al.*, 2006; Rousseau & Duofur, 2007). Saat mekanisme secara langsung terjadi, rGH akan menginduksi diferensiasi sel-sel prekursor (metabolisme lemak, karbohidrat, suplay nitrogen pada organisme masa pertumbuhan), hormon pertumbuhan dapat bertindak secara langsung tepat pada sistem syaraf pusat (otak) dan otot tanpa perantara IGF-1 dalam hati. Sedangkan saat mekanisme tidak langsung, hormon pertumbuhan secara otomatis akan memproduksi endokrin atau IGF1 *Insulin Growth Factor-1* adalah faktor pertumbuhan utama yang disekresi oleh hati. Di dalam hati rGH diubah menjadi IGF-1 yang juga dikenal dengan somatomedin C yang banyak dihasilkan oleh hati dengan rangsangan hormon pertumbuhan yang dihasilkan oleh kelenjar pituitari. Peptida Somatomedin diekspresikan di otak, kemudian terlibat dalam

kontrol hipofisis serta mengatur regulasi asupan makanan dengan parameter rasio konversi pakan diharapkan rendah dan performa pertumbuhan meningkat.

Berdasarkan uraian di atas, diharapkan pemberian hormon pertumbuhan rekombinan r-*EIGH* dapat meningkatkan performa pertumbuhan bandeng.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

E. Hipotesis

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

H₀ : $\tau_i = 0$ Tidak ada pengaruh dosis r-*ELGH* yang berbeda terhadap performa pertumbuhan dan diferensiasi kelamin bandeng (*Chanos chanos*) dengan selang kepercayaan 95%.

H₁ : $\tau_i \neq 0$ Minimal ada satu pengaruh dosis r-*ELGH* yang berbeda terhadap performa pertumbuhan dan diferensiasi kelamin bandeng (*Chanos chanos*) dengan selang kepercayaan 95%.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Biologi Reproduksi Bandeng (*Chanos chanos*)

Bandeng adalah jenis ikan *eurihaline*, bandeng dapat hidup pada kisaran kadar garam yang cukup tinggi (5-35 ppt) (Syahid *et al.*, 2006). Oleh karena itu ikan bandeng dapat bertahan hidup di lingkungan air tawar, air payau, dan air asin (Purnomowati *et al.*, 2007). Bandeng yang hidup di daerah air asin biasanya bandeng yang telah dewasa dan telah matang gonad. Bandeng biasa memijah secara alami di daerah pantai yang jernih dengan kedalaman 40-50 meter, dan ombak yang sedikit beriak karena sifat telurnya yang melayang (Ahmad, 1998).

Pemijahan bandeng berlangsung parsial, yaitu telur matang dikeluarkan sedangkan yang belum matang terus berkembang di dalam tubuh untuk pemijahan berikutnya. Dalam setahun, induk bandeng dapat memijah lebih dari satu kali. Jumlah telur yang dihasilkan dalam satu kali pemijahan berkisar antara 300.000-1.000.000 butir telur (Murtidjo, 1989). Menurut Mudjiman (1983), pemijahan alami berlangsung dalam kelompok-kelompok kecil yang tersebar di sekitar karang atau perairan yang jernih dan dangkal di sekitar pulau pada bulan Maret, Mei, dan September, sampai Januari. Bandeng memijah pada tengah malam sampai menjelang pagi.

Fenomena saat bandeng memijah dapat dikenali dengan indikasi bandeng jantan dan bandeng betina berenang beriringan dengan posisi jantan di belakang betina. Pemijahan lebih sering terjadi pada fase rendah dan fase bulan seperempat.

B. Hormon Pertumbuhan (*Growth Hormone* / GH)

Hormon Pertumbuhan (*Growth Hormone*) merupakan polipeptida yang terdiri dari rangkaian asam amino rantai tunggal dengan ukuran sekitar 22 kDa yang dihasilkan di kelenjar pituitari dengan fungsi pleiotropik pada setiap hewan vertebrata (Acosta *et al.*, 2009). Menurut Forsyth & Wallis (2002) hormon pertumbuhan merupakan suatu polipeptida yang penting dan diperlukan agar memperoleh pertumbuhan yang normal. Selain itu, efek dari hormon pertumbuhan pada pertumbuhan somatik pada hewan vertebrata memiliki beberapa peranan seperti dalam sistem reproduksi, metabolisme, osmoregulasi, sistem imunitas tubuh, dan kelangsungan hidup (Mancera *et al.*, 2002; Wong *et al.*, 2006; Debnath, 2010).

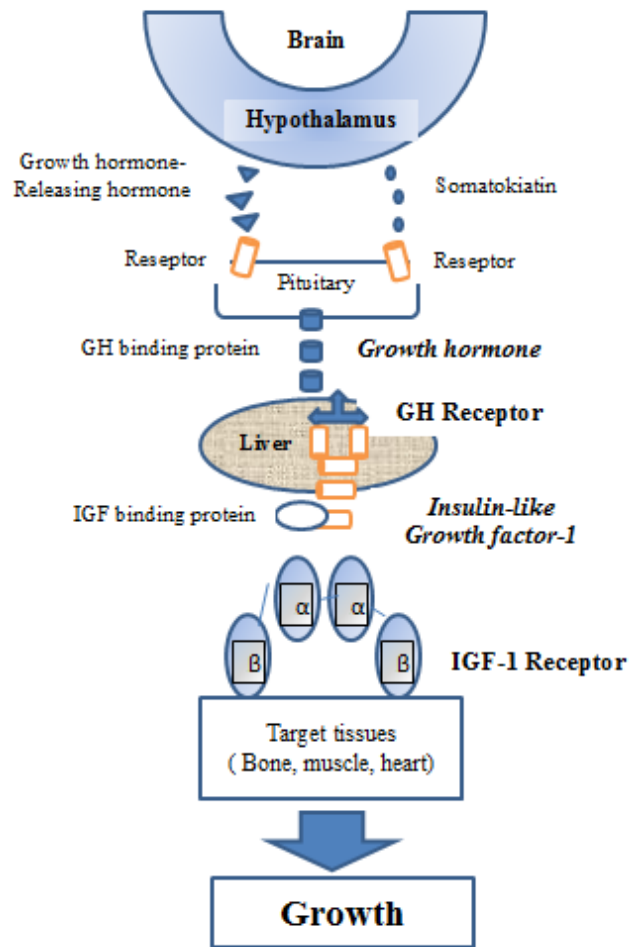
Salah satu produk hormon pertumbuhan yang dihasilkan melalui kombinasi dari gen-gen yang di klon di luar tubuh dengan bantuan sel transforman, dalam hal ini gen pertumbuhan dari ikan target diisolasi dan ditransformasikan dengan bantuan mikroba, seperti *Escherichia coli*, *Bacillus*, *Streptomyces*, dan *Saccharomyces* yaitu *Recombinant fish growth hormone (rFGH)* atau biasa disebut (rGH) (Rothan *et al.*, 2014). Aplikasi hormon pertumbuhan rekombinan (rGH) pada ikan dibagi menjadi 3 cara yaitu secara oral, perendaman, dan injeksi. Penerapan hormon secara oral yaitu pemberian hormon pertumbuhan pada pakan alami atau buatan.

Pemberian hormon pada pakan alami dilakukan dengan merendam pakan alami pada larutan hormon pertumbuhan rekombinan (rGH), sedangkan pada pakan buatan pemberian hormon dilakukan dengan metode *spray*. Pembuatan *rGH* di Indonesia sudah dilakukan dengan membuat konstruksi hormon pertumbuhan dari ikan mas (*Cc-GH*), ikan gurame (*Og-GH*), dan ikan kerapu kertang (*El-GH*). Ketiga jenis hormon pertumbuhan tersebut kemudian diaplikasikan melalui metode penyuntikan pada ikan Nila berturut turut mampu meningkatkan bobot ikan nila sebesar; 20,94% (*r-ElGH*); 18,09% (*r-CcGH*); dan 16,99% (*r-OgGH*) (Alimuddin *et al.*, 2010). Selain dengan penyuntikan, pemberian *r-ElGH* melalui pakan alami telah dilaporkan Rahmawati (2011) mampu meningkatkan pertumbuhan ikan gurame sebesar 13% dibandingkan kontrol. Penerapan metode perendaman *ElGH* pada ikan gurame mampu meningkatkan bobot hingga 75% dibandingkan kontrol pada dosis *r-ElGH* 30 mg/L (Putra, 2011) .

Pada saat stadia larva atau benih yang berukuran sangat kecil biasanya digunakan metode perendaman, ketika ukuran benih yang digunakan terbilang lebih besar maka metode yang diberikan ialah dengan oral yaitu pemberian hormon pada pakan, hal ini dilakukan untuk memberi efisiensi pemakaian hormon pertumbuhan rekombinan *r-ElGH*. Untuk memperbaiki performa pertumbuhan maupun reproduksi ikan pada stadia indukan, metode yang diaplikasikan yaitu dengan penyuntikan atau injeksi. Hal ini dilakukan karena ukuran bobot tubuh ikan yang digunakan cukup besar.

C. Mekanisme Kerja rGH pada Pertumbuhan

Mekanisme kerja rGH serupa dengan mekanisme kerja GH endogenus yang dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Saat mekanisme secara langsung, rGH akan menginduksi diferensiasi sel-sel perkusor terkait fungsi fisiologi tanpa perantara IGF-1 (*Insulin Like Growth Factor-1*) dalam hati atau langsung ke organ target. Sedangkan mekanisme secara tidak langsung, pertumbuhan dimediasi melibatkan IGF-1 dalam hati. Di dalam hati rGH akan diubah menjadi IGF-1. IGF-1 yang dikenal dengan somatomedin dihasilkan oleh hati dengan rangsangan hormon pertumbuhan yang dihasilkan oleh kelenjar pituitari. Selain pada organ hati, IGF-1 dapat terekspresi pada organ ginjal, saraf, kulit, hematopoietik, dan sel paru-paru. Namun, IGF-1 terekspresi paling besar pada organ hati, yaitu sebesar 75% dibanding dengan organ lainnya. IGF-1 yang diproduksi oleh hati berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan jaringan. IGF-1 termasuk ke dalam kelompok zat-zat yang dikenal sebagai faktor-faktor pertumbuhan bersama unsur-unsur pertumbuhan epidermal (kulit), transformasi (pertukaran), pembentukan platelet (darah), fibroblas (otot), syaraf serta faktor pertumbuhan siliary neutropik (sel). IGF-1 adalah hormon yang diekskresikan oleh hati akibat adanya hormon pertumbuhan (Yamaguchi *et al.*, 2006). Secara umum, mekanisme kerja rGH dapat dilihat pada Gambar 2.



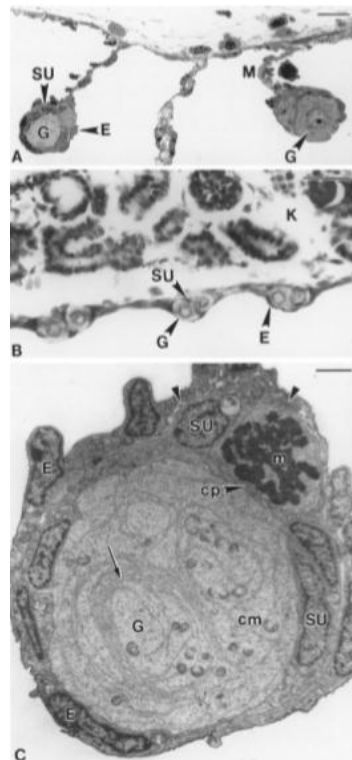
Gambar 2. Mekanisme kerja GH terhadap pertumbuhan (modifikasi dari Moriyama *et al.*, 2004).

D. Diferensiasi Kelamin

Proses diferensiasi kelamin (gonad) pada ikan terjadi melalui empat tahap, yaitu pembentukan *primordial germ cell*, pembentukan diformisme, dan ditandai dengan adanya sejumlah besar *germ cell* dan pembentukan rongga ovarium. (Kobayashi, 2010). Hormon pertumbuhan dilaporkan dapat memengaruhi proses diferensiasi kelamin. Hormon pertumbuhan berperan sebagai pengatur sinyal dalam reproduksi, yaitu dalam mengatur poliferasi diferensiasi kelamin pada gonad. Selama proses diferensiasi GH akan bekerja dibantu dengan GnRH untuk

melepaskan gonadotropin pituitari dalam proses perkembangan gonad (Sirotkin, 2005).

Perkembangan gonad pada kelompok ikan gonokhoris dalam kesempatan ini mengambil contoh ikan *Cichlasoma dimerus*. Beberapa tahapan perkembangan gonad yaitu: diawali dengan tahap gonad belum berdiferensiasi (*undifferentiated gonad*) dengan ciri-ciri gonad pada saat setelah pembuahan pada hari ke-12 setelah penetasan terdapat sepasang *primordia gonad cells* (PGC) yang terletak pada posterior rongga perut, tepat di bawah ginjal dan menempel pada peritoneum dorsal (Gambar 3A & 3B). PGC disusun oleh kelompok-kelompok *germ cell* (G) yang berbentuk bulat dan oval yang dikelilingi *somatic cell* (Gambar 3C).

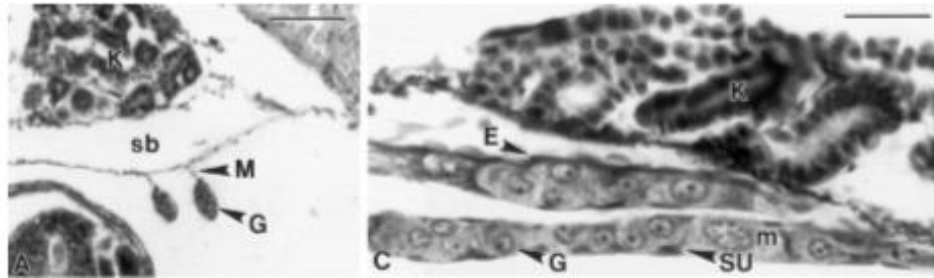


Gambar 3. Perkembangan gonad *Cichlasoma dimerus* pada hari ke-14; cm, mitokondria yang melengkung;

cp, *cytoplasmic*; d, desmosom; E, sel epitel; G, *germ cell*; K, ginjal; M, mesentri gonad; m, sel mitotik; nu, nukleolus; SU, *support cell*; tj, simpangan sempit.

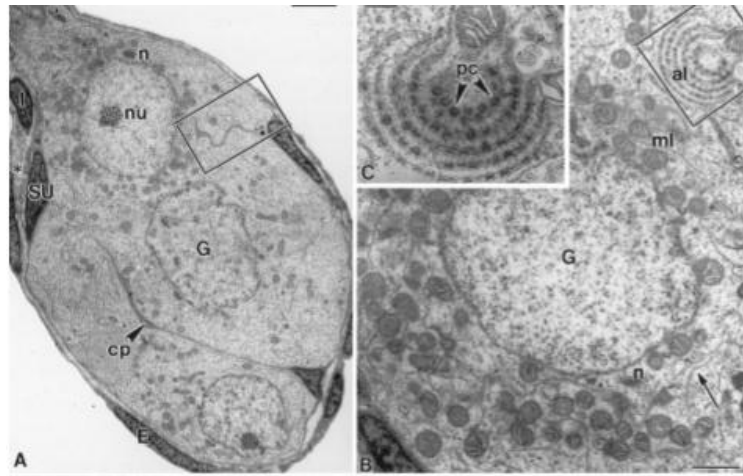
(Meijide *et al.*, 2005)

Kurang lebih dua minggu selanjutnya morfologi gonad mulai membentuk mesenteries pendek (Gambar 4A). *Germ cells* (G) mengalami mitosis pada gonad yang tidak berdiferensiasi (Gambar 4B). Seiring dengan pembelahan mitosis, jumlah *germ cells* (G) bertambah. Akibatnya, ukuran gonad bertambah dan beberapa *germ cell* terdapat dalam potongan melintang (Gambar 4B).



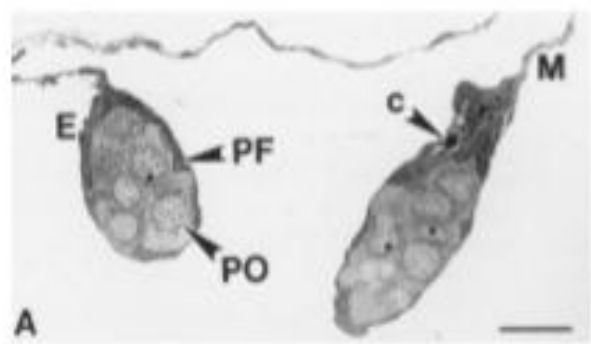
Gambar 4. Perkembangan gonad *Cichlasoma dimerus* pada hari ke-25; E, sel epitel; G, *germ cell*; K, ginjal; M, mesentri gonad; m, sel mitotik; sb, gelembung renang; SU, *support cell*. (Meijide *et al.*, 2005)

Gonad tetap tidak berdiferensiasi pada hari ke-38 (Gambar 5A), akan tetapi banyak terdapat mitokondria yang berbentuk bola atau oval terletak di sekitar inti sel (Gambar 5B).



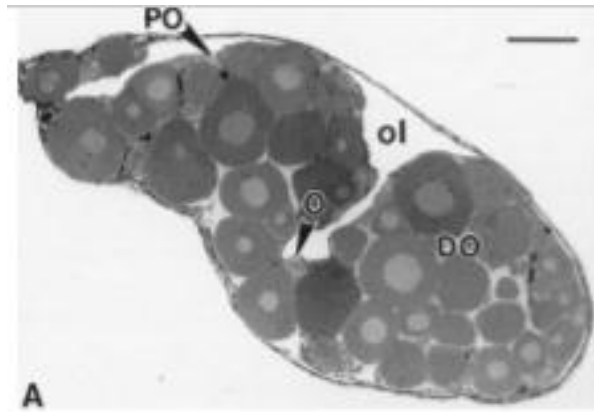
Gambar 5. Perkembangan gonad *Cichlasoma dimerus* pada hari ke-38; cp, cytoplasmic; G, germ cell; ml, mitokondria lamellar; n, nukleolus; SU, support cell. (Meijide et al., 2005)

Selanjutnya, proses diferensiasi ovarium lebih dulu terjadi dibanding diferensiasi testis, hal ini yang biasa terjadi pada *teleost*. Pada minggu ke-6 banyak oogonia yang telah memasuki fase meiosis, menjadi *primary oosit* (PO). Oogonia mulai menonjol dengan nukleolus besar, mitokondria (M) dengan krista lamellar (C), dan retikulum endoplasma halus yang berlimpah (Gambar 5A).



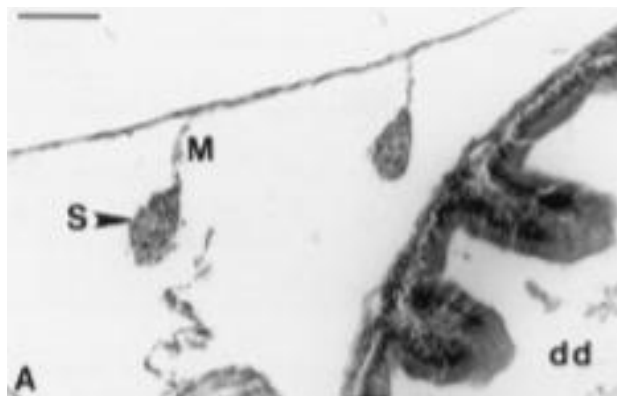
Gambar 6. Diferensiasi ovarium *Cichlasoma dimerus* pada hari ke-42 setelah pembuahan; c, kapiler darah; E, sel epitel; M, mesovary; PF, perifollicle cell; PO, oosit yang telah mengalami meiosis. (Meijide et al., 2005)

Pada hari ke-100 ovarium terdapat banyak folikel yang telah berkembang, selain itu juga terdapat genosit muda dan beberapa oogonia (Gambar 7A).



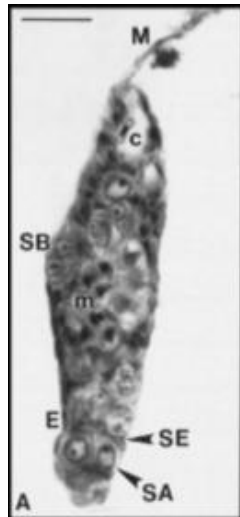
Gambar 7. Diferensiasi ovarium *Cichlasoma dimerus* pada hari ke-100 setelah pembuahan; DO, oosit yang telah meiosis tahap ke-4; ol, lumen ovarium; PO, oosit yang telah mengalami meiosis. (Meijide *et al.*, 2005)

Berbeda dengan perkembangan ovarium, tanda-tanda diferensiasi testis tidak terlihat sampai hari ke-72. Gonad tidak terdiferensiasi pada hari ke-65 (Gambar 8A).



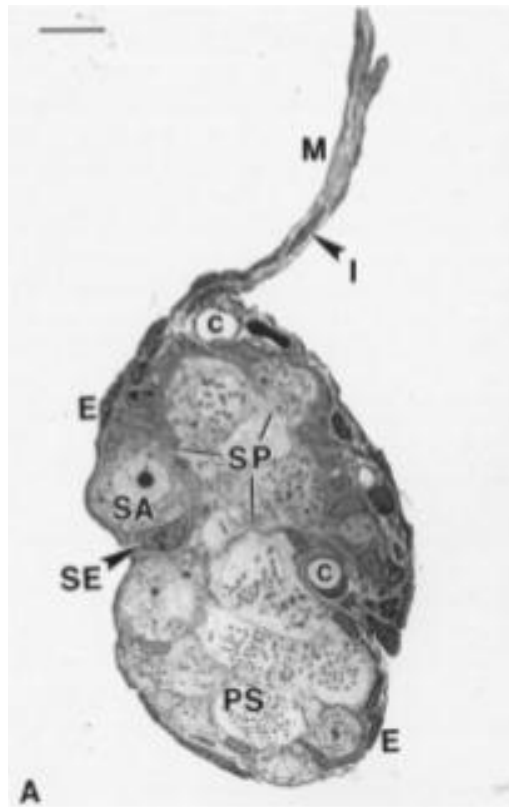
Gambar 8. Diferensiasi testis *Cichlasoma dimerus* pada hari ke-65 setelah pembuahan; dd, saluran pencernaan; M, mesorchium; S, spermatogonium. (Meijide *et al.*, 2005)

Pada minggu ke-10 terjadi proliferasi mitotik spermatogonia terjadi dan pembuluh darah terlihat jelas di daerah dorsal testis. Beberapa spermatogonia mengalami pembelahan mitosis (Gambar 9A).



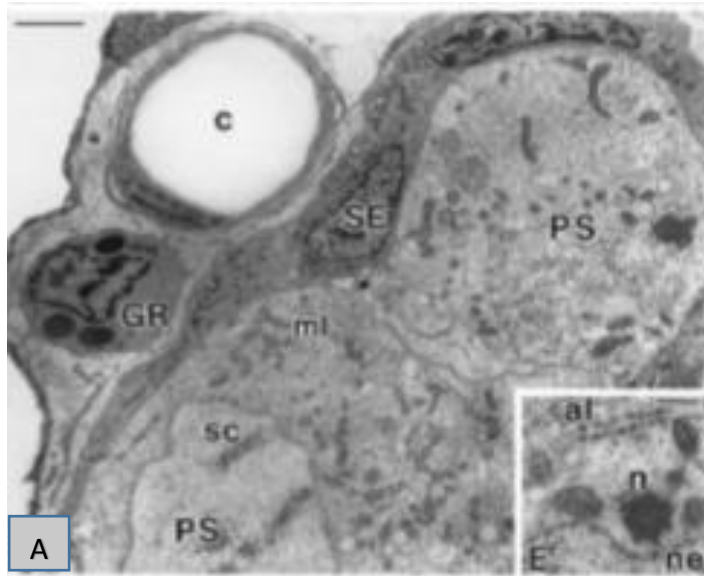
Gambar 9. Diferensiasi testis *Cichlasoma dimerus* pada hari ke-72 setelah pembuahan; c, kapiler darah; E, sel epitel; M, mesorchium; m, sel mitotik; SA, spermatogonium A; SB, spermatogonium B; SE, sel sertoli. (Meijide *et al.*, 2005)

Pada hari ke-80, aktivitas meiotik ditandai adanya spermatisit pada tahap awal profase meiosis (Gambar 10A).



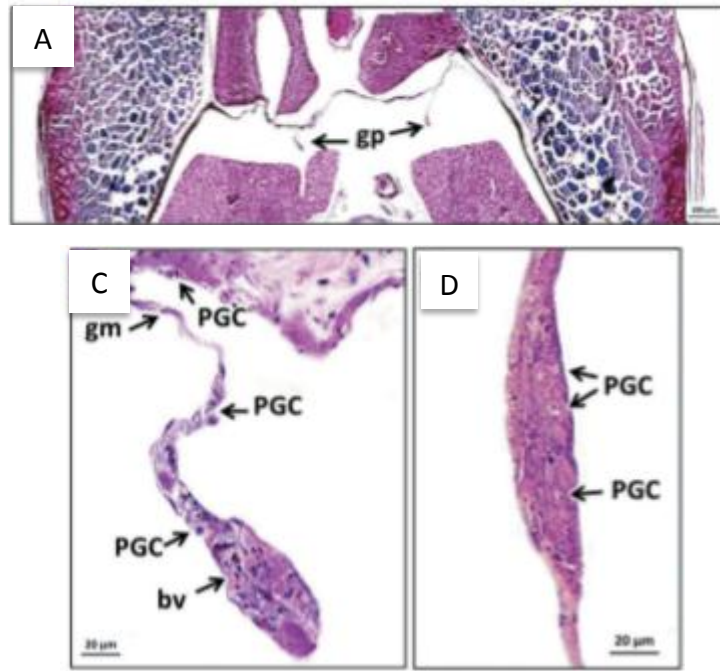
Gambar 10. Diferensiasi testis *Cichlasoma dimerus* pada hari ke-80 setelah pembuahan; c, kapiler darah; E, sel epitel; I, sel pembatas; M, mesorchium; m, sel mitotik; PS, spermatosit yang elah meiosis; SA, spermatogonium A; SB, spermatogonium B; SE, sel sertoli; SP, spermatosit. (Meijide *et al.*, 2005)

Pada hari ke-100, Spermatogenesis terjadi dalam kista (c), pada setiap kista (c) terdapat sel-sel benih yang akan berkembang. (Gambar 11A)



Gambar 11. Diferensiasi testis *Cichlasoma dimerus* pada hari ke-100 setelah pembuahan; al, *lamella anulla*; c, kapiler darah; E, sel epitel; GR, granulosit; ml, mitokondria lamella; n, nukleolus; ne, kantung nukleus; PS, spermatisit yang sudah meiosis; sc, *synaptonemal complex*. (Meijide *et al.*, 2005)

Kemudian, pada model reproduksi hermaphrodit protandri ikan *Mexican snook*, terdapat tahapan diferensiasi testis yang diklasifikasikan menjadi lima Tahapan; Gonadal Primordium belum berdiferensiasi (hari ke-136 - 171), diferensiasi testis awal (hari ke-178 - 213), diferensiasi testis pertengahan (hari ke-227–255), diferensiasi testis akhir (hari ke-269 - 339), diferensiasi testis lengkap (hari ke-355-367). Tahapan-tahapan ini termasuk pembentukan PGCs (*Primordial germ cells*) di daerah ventral gonad serta proliferasi *somatic cells*, dan morfogenesis *lobulus seminiferous*. Pada saat belum berdiferensiasi gonad *Mexican snook* pada hari ke-171 secara histologis, *primordium gonad cells* (PGC) terletak tepat di bawah ginjal, menggantung pada dinding perut yang disebut mesogonium (Gambar 12,B). Setelah PGC muncul selanjutnya muncul *somatic cells* (Gambar 12C & 12D).



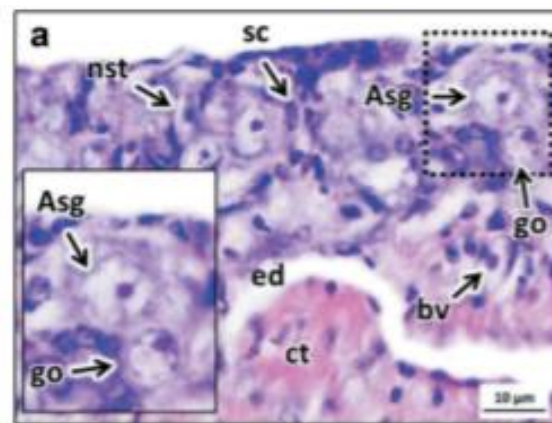
Gambar 12. Gonad *Mexican snook* belum berdiferensiasi hari ke-171; bv, pembuluh darah; gm, mesenteri gonad; gp, *gonadal primordium*; PGC, *primordium gonad cell*. (Vidal-López et al., 2019)

Pada awal masa diferensiasi yaitu hari ke-178 - 213 terdapat ciri-ciri diferensiasi testis yaitu pembentukan PGC pada ventral gonad, selanjutnya akan tumbuh membentuk sistem saluran efektif pada gonad. Pada tahap ini, kapiler darah berkembang di daerah anterior gonad, dekat dari mesenterium gonad. Dalam jaringan gonad, proliferasi *somatic cells* tampak membentuk *stromatic* (Gambar 13F).



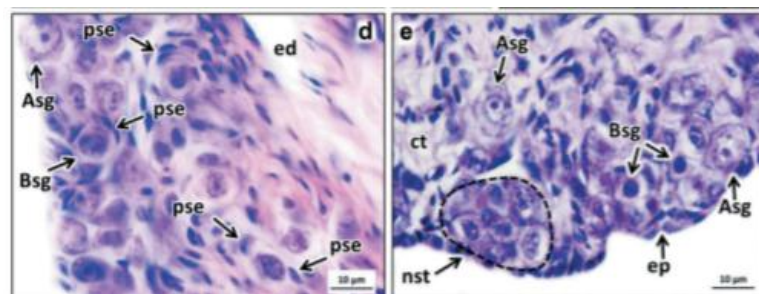
Gambar 13. Gonad *Mexican snook* pada awal diferensiasi hari ke-178 – 213; eda, saluran pencernaan; gc, *germs cell*; gm, mesentri gonad; sa, kumpulan stroma. (Vidal-López et al., 2019)

Pada hari ke-227 - 255 terdapat dua bagian gonad yang sedang berkembang: daerah germinal dan hilar. Di bagian ventral testis *germ cells*, A-spermatogonia (Asg) muncul dikelilingi oleh kelompok *somatic cells* (SC).



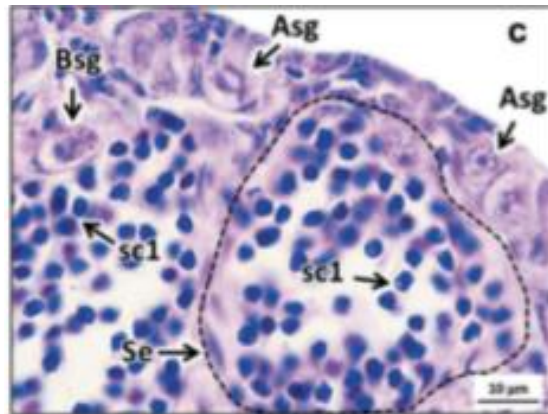
Gambar 14. Gonad *Mexican snook* pada pertengahan diferensiasi hari ke-227 - 255; Asg, spermatogonia A; bv, pembuluh darah; ct, jaringan penghubung; ed, saluran *efferent*; go, sel gonial; nst, kumpulan *germline*; sc, *somatic cell*. (Vidal-López et al., 2019)

Pada hari ke- 269-339 A-spermatogonia (Asg) terus berkembang biak di dalam *germline* (ger), menimbulkan B-spermatogonia (Bsg), lebih padat (Gambar 15D). B-spermatogonia (Bsg) ini mulai dikelilingi oleh sel-sel sertoli yang menyatu dengan kumpulan *germline* (ger) (Gambar 15D & 15E). Pembuluh darah testis terus berkembang pada tahap ini.



Gambar 15. Gonad *Mexican snook* pada akhir diferensiasi hari ke-269 - 339; Asg, spermatogonia A; Bsg, spermatogonia B; ct, jaringan penghubung; ep, *epithelium* bagian luar; ed, saluran *efferent*; nst, kumupulan stroma; pse, pra- sel sertoli. (Vidal-López et al., 2019)

Pada hari ke-355 - 367 diferensiasi testis *Mexican snook* dianggap sudah lengkap ketika testis menunjukkan aktivitas spermatogenik di *lobulus seminiferus*, dibuktikan dengan adanya sel spermatogenik (se) yang mengandung spermatosit primer (sc1) (Gambar 16C).



Gambar 16. Gonad *Mexican snook* berdiferensiasi lengkap pada hari ke-355 - 367; Asg, spermatogonia A; Bsg, spermatogonia B; Sc1, *somatic cell 1*; Se, sel sertoli. (Vidal-López et al., 2019)

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Juni - September 2019 selama 76 hari, bertempat di Laboraturium Lapang Terpadu, Universitas Lampung.

B. Alat dan Bahan

1. Tabel

Tabel.1 Alat yang digunakan selama penelitian

Nama alat	Ukuran / Jumlah	Keterangan
Bak fiber	2x1 m ³ / 6 unit	Wadah pemeliharaan
Baskom	Ø 20 cm / 6 unit	Wadah pencampuran pakan
Blower	- / 2 Unit	Suplai oksigen
Selang aerasi	2 m / 12 unit	Media suplai oksigen
Batu aerasi	- / 12 unit	Media suplai oksigen
Termometer	- / 6 unit	Alat ukur suhu
pH meter	- / 1 unit	Alat ukur pH
DO meter	- / 1 unit	Alat ukur DO
Refraktometer	- / 1 unit	Alat ukur salinitas
Erlenmayer	250 ml / 5 unit	Wadah pencampuran
Hotplate stirrer	- / 1 unit	Alat homgen larutan
Magnetic stirrer	- / 1 unit	Pengaduk larutan
Penggaris	30cm / 3 unit	Alat ukur panjang
Neraca analitik	- / 1 unit	Alat ukur bobot
Timbangan digital	- / 3 unit	Alat ukur bobot
Alat bedah	- / 3 unit	Alat untuk pembedahan
Botol sampel	100 ml / 255 unit	Wadah sampel
Tabung eppendorf	1,5 ml / 60 unit	Wadah sampel
Rak tabung eppendorf	- / 2 unit	Wadah tabung eppendorf
Mikropipet	- / 1 unit	Alat pemindah cairan
Alumunium foil	- / 1 pack	Wadah sampling
Seser	- / 2 unit	Alat penangkap ikan

Plastik zip	15 x 20 cm / 1 pack	Wadah sampel
Karet gelang	- / 1 pack	Pengikat plastik
Mikroskop	- / 1 unit	Alat untuk mengamati sampel
Kamera	- / 1 unit	Alat dokumentasi
<i>Sprayer</i>	50 ml / 5 unit	Wadah semprot hormon

2. Bahan

Tabel 2. Bahan yang digunakan selama penelitian

Nama bahan	Jumlah
Hormon r- <i>E/IGH</i> (<i>mina grow</i>)	49,5 mg
Benih ikan bandeng ukuran 3-5 cm	750 ekor
Larutan PBS	5 ml
Aquades	125 ml
Larutan <i>Buffer Neutral Formalin</i> (BNF) 10%	5 l
Kuning telur	50 mg
Etanol absolut 70%	5 l
Pakan komersil protein 40%	6 kg

C. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan dengan metode ulangan individu. Perlakuan yang diberikan berupa penambahan hormon pertumbuhan re-kombinan (r-*E/IGH*) pada pakan. Perlakuan penelitian yang diberikan adalah sebagai berikut :

K+: Kontrol (+) (penambahan kuning telur dan PBS pada pakan).

K- : Kontrol (-) (tanpa penambahan bahan pada pakan).

P1 : Penambahan hormon pertumbuhan rekombinan (r-*E/IGH*) 3 mg/kg pakan.

P2 : Penambahan hormon pertumbuhan rekombinan (r-*E/IGH*) 6 mg/kg pakan.

P3 : Penambahan hormon pertumbuhan rekombinan (r-*E/IGH*) 30 mg/kg pakan.

P4 : Penambahan hormon pertumbuhan rekombinan (r-*E/IGH*) 60 mg/kg pakan.

Model Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang digunakan adalah :

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

Keterangan :

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

μ : nilai tengah umum

τ_i : pengaruh pemberian perlakuan perendaman ke-i

ε_{ij} : galat percobaan pada perlakuan perendaman ke-i dan ulangan ke-j

i : perlakuan perendaman A,B,C.

j : ulangan (1,2,3)

D. Persiapan Wadah

Bak fiber yang berukuran 2 x 1 m² yang akan digunakan dibersihkan, kemudian dikeringkan. Setelah bak kering, diisi air sebanyak 200 l air yang terdiri dari air laut sebanyak 30 l dan 170 l air tawar untuk memperoleh salinitas pada media pemeliharaan sebesar 5 ppt. Selanjutnya aerasi dipasang, air yang telah ditampung dibiarkan selama 24 jam dengan aerasi penuh.

E. Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan adalah benih bandeng yang berumur 1 bulan dengan panjang 3 - 5 cm dan berat ± 2 g sebanyak 750 ekor yang dibagi 6 bak, dengan padat tebar pada bak fiber sebanyak 112 ekor/200 l air pada urutan tiga bak pertama yaitu perlakuan K-, K+, dan P1. Sedangkan pada urutan tiga perlakuan selanjutnya diisi sebanyak 113 ekor/200 l air yaitu pada bak perlakuan P2, P3, dan P4. Benih diaklimatisasi terlebih dahulu di dalam bak fiber selama 24 jam. Ikan uji di-pelihara selama 76 hari, untuk pemeliharaan benih bandeng padat tebar

terbaik yaitu 10 ekor/ m² (Yogi *et al.*, 2016). Ikan dipelihara pada kondisi salinitas 5 ppt, dan suhu air 28-31°C. Air pemeliharaan diganti sebanyak 50% setiap seminggu sekali, sebelum pemberian pakan dilakukan.

F. Perlakuan Pemberian *rELGH* Secara Oral

1. Penyiapan pakan

Pembuatan pakan perlakuan dilakukan dengan cara *r-ELGH* ditimbang terlebih dahulu dengan dosis 3 mg/kg pakan, 6 mg/kg pakan, 30 mg/kg pakan dan 60 mg/kg pakan. Setelah itu disiapkan larutan PBS (*Phosphate buffer saline*) 2 ml, air 50 ml, dan kuning telur ditimbang 20 mg/kg pakan. Kemudian *r-ELGH* yang telah ditimbang dilarutkan kedalam larutan PBS (*phosphate buffer saline*), kemudian dicampurkan pada kuning telur ayam sebanyak 20 mg/kg pakan yang berfungsi sebagai pengikat, dan penyalut. Kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer untuk dihomogenisasikan menggunakan *magnetic stirrer*. Kemudian hasil tersebut dimasukkan ke wadah penyemprotan, setelah itu dilakukan penyemprotan secara merata hingga pakan perlakuan tidak lembab dan tidak ada sisa larutan hormon. Jika sudah merata, kemudian pakan perlakuan dikering anginkan selama 10 - 15 menit. Pakan uji dapat di-aplikasi-kan ke ikan uji setelah didiamkan selama 24 jam dan disimpan pada suhu 4° C. Selain itu juga, pakan yang tidak diberi *r-ELGH* disalut (*coating*) dengan cara penyemprotan menggunakan kuning telur ayam dan larutan PBS yang telah dihomogenisasikan menggunakan *magnetic stirrer*. Pakan dikering anginkan selama 10 - 15 menit, dan didiamkan selama 24 jam pada suhu ruangan. Setelah itu, pakan uji siap diberikan ke ikan.

2. Pemberian dosis rEIGH

Dosis rEIGH tertinggi ditentukan berdasarkan hasil penelitian Handoyo & Utomo (2017) pada benih ikan sidat, yaitu 30 mg/kg pakan, namun dosis tersebut ditingkatkan sebanyak 2 kali untuk melihat pengaruh beda nyata pada penelitian sebelumnya dengan frekuensi pemberian dua kali setiap satu minggu. Pada penelitian ini, dosis rEIGH dalam pakan adalah sebesar 0; 3; 6; 30; dan 60 mg/kg pakan.

G. Manajemen Pemberian Pakan

Pemberian pakan ikan bandeng diberikan dengan frekuensi sebanyak 3 kali sehari secara *at station* yaitu pada pukul 08.00 WIB, 13.00 WIB, dan 17.00 WIB. Pakan yang digunakan yaitu berupa pakan komersil (*pellet*) tenggelam dengan kandungan protein sebesar 40%.

H. Pemberian Pakan Perlakuan

Pemberian pakan perlakuan (K (-), K (+), dan penambahan r-EIGH 3, 6, 30, dan 60 mg/kg pakan) dilakukan setiap 2 kali seminggu selama 6 minggu.

I. Prosedur Sampling

Data performa pertumbuhan diambil dengan cara mengukur panjang tubuh ikan dengan penggaris dan menimbang bobot ikan uji dengan timbangan *digital* sebanyak 20 sampel pada masing-masing perlakuan. Kemudian diambil potongan badan ikan bandeng (*trunk*) pada bagian *posterior* sampai sebelum *anal* untuk diuji histologi, sampel difiksasi menggunakan larutan formalin 10% dengan rasio

sampel: formalin adalah 1:10, dilakukan selama 24 jam. Keesokan harinya larutan fiksatif diganti dengan ethanol 70% disimpan dalam suhu ruang sampai dilakukan proses histologi. Pada uji histologi pembuatan preparat *trunk* di mulai dengan pemotongan (*trimming*), fiksasi, dehidrasi, *clearing*, dan impregnasi. Kemudian dilakukan proses *blocking* dengan paraffin dan dilakukan pemotongan menggunakan mikrotom dengan ketebalan 5µm. Setelah itu proses pewarnaan menggunakan haematoksilin dan eosin, lalu dilakukan pembuatan preparat *trunk*. Pembuatan preparat pada penelitian ini dilakukan di Balai Veteriner Lampung. Kemudian dilakukan pembacaan hasil histologi *trunk* di Laboratorium Budidaya Perairan, Universitas Lampung. Sampling T0 dilakukan pada hari ke-0 penelitian dimulai, selanjutnya sampling T1 dilakukan pada hari ke-20 pemberian perlakuan, sampling T2 dilakukan pada hari ke-48 setelah itu ikan dipelihara tanpa pemberian perlakuan selama 1 bulan, dan pada hari ke-76 penelitian dilakukan sampling T3.

J. Manajemen Kualitas Air

Pengukuran pH dan DO dilakukan 3 kali yaitu pada saat awal, perlakuan dan saat akhir pemeliharaan. Adapun pengukuran suhu dilakukan setiap hari, dan pengukuran salinitas dilakukan setiap satu minggu sekali.

K. Parameter Penelitian

1. Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan spesifik dihitung dengan rumus yaitu (Mundheim *et al.*, 2004) :

$$\text{LPS} = \left\{ \sqrt[t]{\frac{W_t}{W_0}} - 1 \right\} \times 100$$

Keterangan :

LPS = laju pertumbuhan spesifik (% hari)

W_t = bobot ikan pada akhir penelitian (g)

W₀ = bobot ikan pada awal penelitian (g)

t = lama pemeliharaan selama penelitian (hari)

2. Pertumbuhan Mutlak

Perhitungan pertumbuhan bobot dan panjang mutlak dapat dihitung dengan rumus

(Effendi, 1997; Effendi *et al.*, 2006) :

$$\text{PBM} = W_t - W_0$$

Keterangan :

PBM = pertumbuhan bobot mutlak (g)

W_t = bobot rata-rata akhir penelitian (g)

W₀ = bobot rata-rata awal penelitian (g)

$$\text{PPM} = L_t - L_0$$

Keterangan :

PPM = pertumbuhan panjang mutlak (cm)

W_t = panjang rata-rata akhir penelitian (cm)

W₀ = panjang rata-rata awal penelitian (cm)

3. Konversi Pakan (*Feed Conversion Ratio*)

Konversi pakan merupakan indikator untuk mengetahui efektivitas pakan yang merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menambah jumlah pakan yang didapat dimanfaatkan oleh organisme budidaya (Widarnani *et al.*, 2012).

Menurut Stefens (1989) rasio konversi pakan dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$FCR = \frac{F}{(W_t + W_d) - W_o}$$

Keterangan :

FCR = rasio konversi pakan (g)

W_t = bobot ikan diakhir penelitian (g)

W_o = bobot ikan diawal penelitian (g)

W_d = bobot ikan yang mati (g)

F = jumlah pakan yang diberikan selama penelitian (g)

4. Histologi Gonad

Preparat hasil uji histologi gonad yang diambil dari bagian *trunk* benih ikan bandeng diamati dibawah mikroskop dengan membandingkan antar perlakuan kontrol dan P1, P2, P3, dan P4. Hasil yang diharapkan yaitu adanya pengaruh pemberian hormon r-*ELGH* terhadap perkembangan gonad ikan bandeng.

L. Analisis Data

Data laju pertumbuhan spesifik dan pertumbuhan mutlak dianalisis secara kuantitatif dengan aplikasi perangkat lunak *Microsoft Excel* 2013, dan pengolah data statistik SAS 9.4 dengan taraf kepercayaan 95%, kemudian jika berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut dengan uji Duncan. Sedangkan untuk data rasio konversi pakan, dan diferensiasi kelamin dianalisis secara deskriptif.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu pemberian dosis r-*ELGH* terbaik yaitu 6 mg/kg pakan pada bandeng, karena mampu menghasilkan laju pertumbuhan spesifik sebesar 2,01% /hari, pertumbuhan panjang dan bobot mutlak sebesar 6,52 cm dan 15,1 g, serta menghasilkan angka rasio konversi pakan sebesar 1,43 dibandingkan dengan semua perlakuan. Pada diferensiasi kelamin bandeng ditemukan *presumptive* betina pada benih bandeng umur 3,5 bulan.

B. Saran

1. Pembudidaya dapat mengaplikasikan hormon pertumbuhan r-*ELGH* dengan dosis 6 mg/kg pakan untuk meningkatkan pertumbuhan ikan bandeng.
2. Perlu dilakukan studi lebih lanjut terkait diferensiasi kelamin bandeng lebih dari 3,5 bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Acosta, J., Estrada, M. P., Carpio, Y., Ruiz, O., Morales, R., Martinez, E., Valdes, J., Borroto, C., Besada, V., Sanches, A., & Herrera, A. 2009. Tilapia Somatotropin Polypeptides: Potent Enhancers of Fish Growth and Innate Immunity. *Biotech Aplicada*, 26: 267-272.
- Ahmad, T., Ernawati., & Yakob, M.J. 1998. *Budidaya Bandeng secara Intensif*. Penebar Swadaya, Bogor.
- Alimuddin, Lesmana, I., Sudrajat, O., Carman, O., & Faizal, I. 2010. Production and bioactivity potential of three recombinant growth hormones of farmed fish. *Indonesian Aquaculture Journal*, 5: 11-17.
- BSN. 2014. SNI : 8005-2014. Produksi Ikan Bandeng (*Chanos chanos*, Forskal 1775) Ukuran Konsumsi secara Semi Intensif di Tambak. BSN, Jakarta.
- Debnanth, S. 2010. A review on the physiology of Insulin like Growth Factor-I (IGF-I) peptide in bony fishes and its phylogenetic correlation in 30 different taxa of 14 families of teleosts. *Advances in Environmental Biology*, 5: 31-52.
- Dinas Kelautan & Perikanan Provinsi Lampung. 2015. *Produksi Tambak Menurut Jenis Ikan dan Kabupaten/Kota*. Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Lampung, Lampung.
- Direktorat Jendral Perikanan Budidaya Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2015. *Kombinasi Pakan Bandeng dan Enzim*. Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau Jepara, Jawa Tengah.
- Effendi, I., & Oktariza, W. 2006. *Manajemen Agribisnis Perikanan*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Effendi, M.I. 1997. *Metode Biologi Perikanan*. Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fauzi, M. 2015. Pengaruh pemberian Recombinant *Growth Hormone (rGH)* dengan dosis berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan larva ikan nilam (*Osteochilus hasselti*) melalui metode oral. *Disertasi*. Universitas Brawijaya, Jawa Timur.

- Forsyth, I. A., & Wallis, M. 2002. Growth hormone and prolactin—molecular and functional evolution. *Journal of mammary gland biology and neoplasia*, 7: 291-312.
- Frantzen, M., Damsgård, B., Tveiten, H., Moriyama, S., Iwata, M., & Johnsen, H. K. 2004. Effects of fasting on temporal changes in plasma concentrations of sex steroids, growth hormone and insulin—like growth factor I, and reproductive investment in Arctic charr. *Journal of Fish Biology*, 65: 1526-1542.
- Hafiludin, H. 2015. Analisis Kandungan Gizi Pada Ikan Bandeng Yang Berasal Dari Habitat Yang Berbeda. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 8: 37-43.
- Handoyo, B. 2012. Respons Benih Ikan Sidat Terhadap Hormon Pertumbuhan Rekombinan Ikan Kerapu Kertang Melalui Perendaman Dan Oral. *Tesis*. Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Handoyo, B., & Utomo, N. B. P. 2017. Efektivitas pemberian hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang (*Epinephelus lanceolatus*, Bloch 1790) melalui perendaman dan oral terhadap pertumbuhan elver ikan sidat (*Anguilla bicolor bicolor*). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 14: 179-189.
- Khasani, I. 2013. Atraktan pada Pakan Ikan: Jenis, Fungsi, dan Respons Ikan. *Media Akuakultur*, 8: 127-134.
- Kobayashi, T. 2010. In vitro germ cell differentiation during sex differentiation in a teleost fish. *International Journal Developmental Biology*, 54:105–112.
- Mancera, J. M., Carrión, R. L., & del Río, M. D. P. M. 2002. Osmoregulatory action of PRL, GH, and cortisol in the gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *General and Comparative Endocrinology*, 129: 95-103.
- Meijide, F. J., Nostro, F. L. L., & Guerrero, G. A. 2005. Gonadal development and sex differentiation in the cichlid fish *Cichlasoma dimerus* (Teleostei, Perciformes): a light—and electron—microscopic study. *Journal of Morphology*, 264: 191-210.
- Moriyama, S. & Kawauchi, H. 1990. Growth Stimulation of Juvenile Salmonids by Immersion in Recombinant Salmon Growth Hormone. *Nippon Suisan Journal*, 56: 31-34.
- Moriyama, S. & Kawauchi, H. 2001. Growth regulation by growth hormone and insulin-like growth factor-I in teleosts. *Otsuchi Marine Science*, 26: 23-27.
- Moriyama, S., Felix, G.A., & Hiroshi, K. 2000. Growth Regulation by Insuline-Like Growth Factor-1 in Fish. *Bioscience Biotechnology Biochemistry*, 64: 1553-1562.

- Mudjiman, A. 1983. Breeding of *Macrobrachium rosenbergii* in Brackishwater Aquaculture Development Centre. *Buletin Warta Mina (Indonesia)*, Jepara.
- Muhammad, M., Alimuddin, Junior, M. Z., & Carman, O. 2014. Respons Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan pada Ikan Nila Ukuran Berbeda yang Diberi Pakan Mengandung Hormon Pertumbuhan Rekombinan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9: 407-415.
- Mundheim, H., Aksnes, A., & Hope, B. 2004. Growth, feed efficiency and digestibility in salmon (*Salmo salar L.*) fed different dietary proportions of vegetable protein sources in combination with two fish meal qualities. *Aquaculture*, 237: 315-331.
- Murtidjo, B. A. 1989. *Tambak air payau budidaya udang dan bandeng*. Kanisius, Jakarta.
- Nakamura, M. 2013. Morphological and physiological studies on gonadal sex differentiation in teleost fish. *Aqua-BioScience Monographs*, 6: 1-47.
- Ohlsson, C., Mohan, S., Sjorgen, K., Tivesten, A., Isgaard, J., Isaksson, O., Jansson, J.O., & Svensson, J. 2009. The Role of Liver-Derived Insulin-Like Growth Factor-I. *Endocrine reviews*, 30: 494-535.
- Peterson, B.C., Small, B.C., & Bosworth, B.G. 2004. Effects of bovine growth hormone (*Posilac*) on growth performance, body composition, and IGFbPs in two strains of channel catfish. *Aquaculture*, 232: 651–663.
- Purnomowati, I., Hidayati, D., & Saparinto, C. 2007. *Ragam Olahan Bandeng*. Kanisius, Yogyakarta.
- Putra, H.G.P. 2011. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Gurame yang diberi Protein Rekombinan GH melalui Perendaman dengan Dosis Berbeda. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rahmawati, I. 2011. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Gurame yang Diberi Pakan Alami yang Disuplementasi Hormon Pertumbuhan Rekombinan. *Skripsi*. Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Raven, P. A., Sakhrani, D., Beckman, B., Neregård, L., Sundström, L. F., Björnsson, B. T., & Devlin, R. H. 2012. Growth and endocrine effects of recombinant bovine growth hormone treatment in non-transgenic and growth hormone transgenic coho salmon. *General and Comparative Endocrinology*, 177: 143-152.
- Rodríguez-Méndez, A. J., Luna-Acosta, J. L., Carranza, M., Harvey, S., Arámburo, C., & Luna, M. 2010. Growth hormone expression in stromal

- and non-stromal cells in the bursa of Fabricius during bursal development and involution: Causal relationships. *General and Comparative Endocrinology*, 167: 297-307.
- Rothan, H. A., Ser Huy, T., & Mohamed, Z. 2014. Effect of codon optimisation on the production of recombinant fish growth hormone in *Pichia pastoris*. *The Scientific World Journal*, 13: 3549-3562.
- Rousseau, K. & Dufour. 2007. Comparative Aspects of GH and Metabolic Regulation in Lower Vertebrates. *Neuroendocrinology*, 86:165-174.
- Santi, R. 2016. Aplikasi rGH pada ikan baung menggunakan teknologi resirkulasi akuaponik memanfaatkan tanaman kangkung sebagai biofilter. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sirotkin, A. V. 2005. Control of reproductive processes by growth hormone: extra-and intracellular mechanisms. *The Veterinary Journal*, 170: 307-317.
- Steffens, W. 1989. *Principle of Fish Nutrition*. Ellis Horwood Limited, West Sussex, England.
- Subaidah, S. 2013. Respons pertumbuhan dan imunitas udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) terhadap pemberian hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang. *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Syahid, M., Subhan, A., & Armando, R. 2006. *Budidaya Udang Organik Secara Polikultur*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Syazili, A., Irmawati, Alimuddin, & Sumantadinata, K. 2012. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Juvenile Ikan Gurami yang direndam dalam Hormon Pertumbuhan Rekombinan dengan Frekuensi Berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11: 23-27.
- Toshinai, K., Yamaguchi, H., Sun, Y., Smith, R. G., Yamanaka, A., Sakurai, T., & Murakami, N. 2006. Des-acyl ghrelin induces food intake by a mechanism independent of the growth hormone secretagogue receptor. *Endocrinology*, 147: 2306-2314.
- Utomo, D. S. C., Alimuddin, Sudrajat, O., & Faizal, I. 2011. Produksi dan uji bioaktivitas protein rekombinan hormon pertumbuhan ikan mas Production and bioactivity test of recombinant protein common carp growth hormone. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 10: 44-50.
- Vageesh, S. A. 2011. History Of Growth Hormon Therapy. *Indian Journal Endocrinology Metabolism*, 15: 162-165.
- Vahira, A. D. 2019. Efektivitas Hormon Pertumbuhan Rekombinan Kerapu Kertang r-ElGH terhadap Performa Pertumbuhan dan Seks Diferensiasi

Benih Ikan Gabus *Channa striata*, (Bloch,1793). *Skripsi*. Universitas Lampung, Lampung.

- Vidal-López, J. M., Contreras-Sánchez, W. M., Torres-Martínez, A., Hernández-Franyutti, A. A., & Uribe, M. D. C. A. 2019. Early gonadal differentiation in the Mexican snook *Centropomus poeyi* (*Centropomidae*, *Perciformes*, *Teleostei*) suggests protandric hermaphroditism. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 51: 327-345.
- Widarnani, D., Wahjuningrum, F., & Puspita. 2012. Aplikasi Bakteri Probiotik melalui Pakan Buatan untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Sains Terapan*, 2 : 32-49.
- Winarsih, W. H., Rahardjo, T., & Husein, A. 2011. *Budi Daya dan Pengolahan Bandeng*. Airlangga University Press, Surabaya.
- Wong, A.O.L., Hong, Z., Yonghua, J., Wendy, K., & Ko, W. 2006. Feedback Regulation of Growth Hormone and Secretion in Fish and the Emerging Concept of Intrapituitary Feedback Loop (Review). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 144: 284-305.
- Wunderink, Y. S., Martínez-Rodríguez, G., Yúfera, M., Montero, I. M., Flik, G., Mancera, J. M., & Klaren, P. H. 2012. Food deprivation induces chronic stress and affects thyroid hormone metabolism in Senegalese sole (*Solea senegalensis*) post-larvae. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 162: 317-322.