

**PENGARUH LAMA PERENDAMAN DAN VARIASI DOSIS EKSTRAK
STEROID TERIPANG PASIR (*Holothuria scabra*) TERHADAP
PEMBALIKAN KELAMIN JUVENIL LOBSTER AIR TAWAR
(*Cherax quadricarinatus*)**

(Tesis)

ASEP YUSUP HAMDANI



**PROGRAM PASCA SARJANA MAGISTER BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

**PENGARUH LAMA PERENDAMAN DAN VARIASI DOSIS EKSTRAK
STEROID TERIPANG PASIR (*Holothuria scabra*) TERHADAP
PEMBALIKAN KELAMIN JUVENIL LOBSTER AIR TAWAR
(*Cherax quadricarinatus*)**

Oleh:

ASEP YUSUP HAMDANI

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
MAGISTER SAINS**

Pada

**Program Studi Magister Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**PROGRAM PASCA SARJANA MAGISTER BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

**PENGARUH LAMA PERENDAMAN DAN VARIASI DOSIS EKSTRAK
STEROID TERIPANG PASIR (*Holothuria scabra*) TERHADAP
PEMBALIKAN KELAMIN JUVENILE LOBSTER
AIR TAWAR (*Cherax quadricarinatus*)**

ABSTRAK

Oleh
Asep Yusup Hamdani

Lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) merupakan salah satu komoditi perikanan yang diminati oleh masyarakat, lobster jantan juga mempunyai warna yang menarik, ukurannya lebih besar disbanding betina. Untuk meningkatkan jumlah individu jantan dapat dilakukan dengan cara pembalikan kelamin (*sex reversal*). Salah satu cara pembalikan kelamin yang digunakan adalah melalui perendaman dengan hormon steroid. Teripang atau timun laut merupakan satu jenis komoditi laut dari sub sektor perikanan yang potensial dan bernilai domestik maupun internasional. Zat bioaktif yang terkandung dalam teripang adalah senyawa steroid. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama perendaman dan variasi dosis ekstrak steroid teripang terhadap pembalikan kelamin (*sex reversal*) menuju jantan pada juvenil lobster air tawar (*C. quadricarinatus*). Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 9 perlakuan dan 3 kali ulangan. Analisis data menggunakan analisis ragam (Anava) sesuai dengan rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dua variabel, dan jika terdapat perbedaan nyata maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf $\alpha = 5\%$. Hasil penelitian menunjukkan pemberian ekstrak steroid teripang pasir memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat keberhasilan pembentukan kelamin jantan lobster air tawar. Rerata persentase jantan tertinggi diperoleh pada perlakuan dosis 2 gr/L dengan lama waktu perendaman 18 jam sebesar 79,86 % sedangkan terendah pada kontrol sebesar 31,03 %. Pertumbuhan panjang, bobot harian dan biomassa juga menunjukkan pengaruh yang signifikan, sementara kelulushidupan tidak signifikan. Pemberian ekstrak steroid teripang dengan lama perendaman berbeda memberikan berpengaruh secara nyata terhadap pembentukan monoseks jantan lobster air tawar dengan perlakuan yang terbaik yaitu lama perendaman 18 jam dan dosis 2 gr/L.

Kata kunci: teripang pasir, steroid, lobster air tawar, pembalikan kelamin (jantan)

**THE EFFECT OF DIPPING TIME DURATION AND DOSE VARIATION
OF STEROID EXTRACT OF SEA CUCUMBER (*Holothuria scabra*)
TOWARDS SEX REVERSAL OF JUVENILE FRESH WATER
CRAYFISH (*Cherax quadricarinatus*)**

ABSTRACT

By
Asep Yusup Hamdani

Freshwater crayfish (*Cherax quadricarinatus*) is one of fishery commodities which is in demand. In order to increase the number of male critters, it is important to know about sex reversal on crayfish. One method of manipulating sex reversal in crayfish is by soaking in steroid hormones. Sea cucumber is one type of marine commodities that has domestic and international value as a potential fishery commodities. The sea cucumber contains a bioactive substance called steroid compound. The aim of this research is to know the effect of soaking duration and dose variation extract of sea cucumber on sex reversal to male sex on juvenile freshwater crayfish (*Cherax quadricarinatus*). The research used Factorial Randomized Design (RAL) with 9 treatments and 3 replications . The data analysis was done using analysis of variety (Anara) in accordance with the design used, that is Completely Random Design (RAL) of two variables, and when there was a real difference, the test must be continued with the Smallest Different Test with $\alpha = 5\%$. The results showed that giving steroid extract of sea cucumber with different soaking time would effect the success rate of male genital formation on freshwater crayfish. The highest percentage of males obtained in the treatment dose (2 mg / L 18 h) was 79.86% and the lowest percentage was obtained in the control treatment at 31.03%. Long growth, daily weight and biomass also showed a significant effect, while life was not significant. Giving steroid extract of sea cucumber with different soaking time has resulted the formation of male monosex freshwater crayfish with the best treatment of 18 hours of soaking and 2 mg / L dose.

Keywords: sea cucumber, steroid, freshwater crayfish, sex reversal (male)

Judul Tesis

: **PENGARUH LAMA PERENDAMAN DAN VARIASI DOSIS EKSTRAK STEROID TERIPANG PASIR (*Holothuria scabra* Jaeger) SERTA INTRAKSINYA TERHADAP TINGKAT PEMBENTUKAN MONOSEKS JANTAN (MASKULINISASI) JUVENIL LOBSTER AIR TAWAR (*Cherax quadricarinatus*).**

Nama Mahasiswa

: **Asep Yusup Hamdani**

No. Pokok Mahasiswa

: **1527021002**

Program Studi

: **Magister Biologi**

Fakultas

: **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc.
NIP 19610311 198803 1 001

Dr. Supono, S.Pi., M.Si.
NIP 19701002 200501 002

2. Ketua Program Studi Magister Biologi

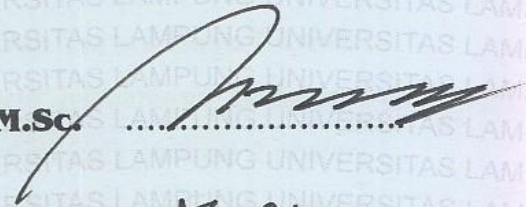
Dr. Sumardi, M.Si.
NIP 19650325 199103 1 003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc.



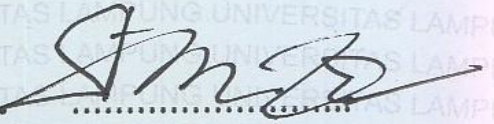
Sekretaris

: Dr. Supono, S.Pi., M.Si.



Penguji

Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Sutyarso, M.Biomed.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D.

NIP 19710212 199512 1 001

3. Direktur Program Pascasarjana



Prof. Dr. Sudjarwo, M.S.

NIP 19530528 198103 1 002

4. Tanggal Lulus Ujian : 10 Juli 2017

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tesis ini berjudul "Pengaruh Lama Perendaman Dan Variasi Dosis Ekstrak Steroid Teripang Pasir (*Holothuria scabra*) Serta Intraksinya Terhadap Tingkat Pembentukan Monoseks Jantan (Maskulinisasi) Juvenil Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*)" adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya, dan sanggup dituntut dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Juli 2017

Yang membuat pernyataan,



Asep Yusup Hamdani
NPM. 1527021002

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Asep Yusup Hamdani lahir di Pahayu Jaya, pada tanggal 09 Juni 1992. Anak pertama dari tiga bersaudara, pasangan Ahmad dan Mimin Siti Aminah.

Pada tahun 1998 penulis masuk ke SDS Talang Ciamis, Pada tingkat Sekolah Dasar Penulis lulus tahun 2004. Setelah itu melanjutkan Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2004 di SMP PGRI Pahayu Jaya, lulus pada tahun 2007. Kemudian melanjutkan sekolah Menengah Atas pada tahun 2007 di SMK Bhakti Utama Bandar Lampung hingga lulus pada tahun 2010. Selama di SMK penulis aktif mengikuti ekstrakurikuler PMR, Paskibra dan Rohis

Pada tahun 2010 penulis melanjutkan ke jenjang Perguruan Tinggi Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Biologi dan lulus pada tahun 2014. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Way Kepayang Kecamatan Kedondong Kabupaten Pesawaran Pada tahun 2013 dan melaksanakan praktek pengalaman Lapangan (PPL) di SMAN 9 Bandar Lampung pada tahun 2013.

Pada tahun 2014 penulis diterima bekerja sebagai Guru di Yayasan Al-Huda Jati Agung Lampung Selatan. Tahun 2015 penulis melanjutkan pendidikan sebagai mahasiswa Magister Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung Bandar Lampung dan menulis karya ilmiah yang berjudul **“Pengaruh Lama Perendaman Dan Variasi Dosis Ekstrak Steroid Teripang (*Holothuria scabra* Jaeger) Terhadap Pembentukan Monoseks Jantan (Maskulinisasi) Lobster Air Tawar Capit Merah (*Cherax quadricarinatus*)”**

Penulis

PERSEMBAHAN

Teriring do'a dan rasa syukur kehadiran Allah SWT, ku persembahkan karya yang sederhana ini sebagai tanda bakti dan cinta kasih yang tulus kepada:

1. Ayahanda Ahmad dan Ibunda Mimin Siti Aminah yang senantiasa memberikan cinta, kasih sayang, semangat, dukungan baik secara moral, materil dan do'a yang tiada henti untuk keberhasilan dan kebahagiaanku,
2. Adikku Vepi Novita Sari yang selalu memberi semangat dan motivasi dalam menyelesaikan kuliahku,
3. Nenek tercinta Hj. Fatonah yang selalu mendoakan dengan tulus untuk keberhasilanku sehingga menjadi orang yang bermanfaat bagi nusa, bangsa dan agama,
4. Almamater Universitas Lampung yang telah meneduhkan ku dan menambah wawasan dalam berfikir dan bertindak.

MOTTO

مَنْ خَرَجَ فِي طَلَبِ الْعِلْمِ فَهُوَ فِي سَبِيلِ اللَّهِ

“Barang siapa keluar untuk mencari ilmu maka dia berada di jalan Allah”
(HR.Turmudzi)

وَأَكْمَلُ الْمُؤْمِنِينَ إِيمَانًا أَحْسَنُهُمْ خُلُقًا

“Dan orang mukmin yang paling sempurna imannya adalah mereka yang paling baik akhlaknya”.
(HR.Ahmad)

Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagi kamu. Dan boleh jadi kamu mencintai sesuatu, padahal ia amat buruk bagi kamu. Allah Maha mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui”
(Al-Baqarah: 216)

"Jalani hidup dengan senantiasa bersyukur dan mengutamakan kesabaran, karena keduanya akan menambah nikmat dan menghilangkan kesulitan"
(Asep Yusup Hamdani)

Man Jadda Wa Jadda”

Barang siapa yang bersungguh - sungguh akan mendapatkannya.

SANWACANA

Dengan menyebut nama Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Magister Sains (M.Si) pada program studi Magister Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung dengan judul **“Pengaruh Lama Perendaman Dan Variasi Dosis Ekstrak Steroid Teripang (*Holothuria scabra* Jaeger) Terhadap Pembentukan Monoseks Jantan (Maskulinisasi) Lobster Air Tawar Capit Merah (*Cherax quadricarinatus*)”**

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc selaku pembimbing utama dan pembimbing akademik yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, nasihat, ide, saran, dan kritik dalam penulisan tesis ini.
2. Bapak Dr. Supono, S.Pi., M.Si selaku pembimbing pembantu yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, nasihat, ide, saran, dan kritik dalam penulisan tesis ini.

3. Bapak Prof. Dr. Sutyarso, M.Biomed selaku dosen penguji atas kritik dan saran yang diberikan hingga terselesainya tesis ini.
4. Bapak Dr. Sumardi, M.Si selaku selaku Ketua Program Studi Magister Biologi FMIPA Unila atas dukungan, kritik dan saran yang telah diberikan.
5. Ibu Dra. Nuning Nurcahyani, M.Sc selaku selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Unila atas dukungan, kritik dan saran yang telah diberikan.
6. Bapak Prof. Warsito, S.Si., DEA., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Bapak dan Ibu Dosen, Staf beserta Laboran Jurusan Biologi, Kimia, Biomasa FMIPA Unila atas ilmu, dukungan dan pengalaman yang telah diberikan kepada penulis.
8. Gemma Farm Jawa Tengah (Klaten), Bapak akin pegempul teripang yang turut membantu untuk menyediakan bahan yang dibutuhkan untuk penelitian ini.
9. Teristimewa kepada Bapak Ahmad dan Ibu Mimin Siti Aminah tercinta atas kasih sayang, doa yang tulus, nasihat, dukungan moril dan materil untuk kesuksesan penulis, Adikku Vepi Novita Sari yang selalu memberikan dukungan dan kasih sayang kepada penulis.
10. Teman-teman Magister Biologi FMIPA Unila angkatan 2015, Bayu Danan Jaya, M.Si, Fadhli Dzil Ikrom, M.Si, Lusiati, M.Si dan Shofia Rodiah, M.Si untuk kebersamaannya selama ini.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam proses perkuliahan dari awal hingga akhir yang tidak dapat dituliskan satu persatu.

12. Almamater tercinta Universitas Lampung.

Penulis berharap semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Hanya dengan Do'a yang dapat penulis berikan untuk membalas budi semuanya. Semoga Allah SWT memberikan yang terbaik untuk kita semua, dan semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Aamiin.

Bandar Lampung, Juli 2017
Penulis

Asep Yusup Hamdani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	4
E. Kerangka Pemikiran	4
F. Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Lobster Air Tawar <i>Red Claw (Cherax quadricarinatus)</i>	8
a. Klasifikasi	8
b. Siklus Hidup.....	8
c. Morfologi	10
d. Ciri Kelamin.....	11
e. Ekologi	13
B. Teripang Pasir (<i>Holothuria scabra</i>).....	14
a. Klasifikasi	14
b. Morfologi dan Anatomi	15
c. Ekologi Teripang Pasir (<i>Holothuria scabra</i>).....	16
d. Biokimia Teripang Pasir (<i>Holothuria scabra</i>).....	17
C. Hormon Steroid Teripang Pasir (<i>Holothuria scabra</i>)	18
D. <i>Sex Reversal</i> atau Pembalikan Kelamin.....	20
III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat	23
B. Alat dan Bahan.....	23
C. Rancangan Penelitian.....	24
D. Prosedur Penelitian	25
a. Pembuatan Ekstrak Steroid Teripang (<i>Holothuria scabra</i>)	25
b. Persiapan wadah dan Air Untuk Media pemeliharaan.....	27
c. Seleksi Juvenil Lobster Air Tawar	27
d. Pelaksanaan Penelitian.....	27
e. Parameter Penelitian	28
f. Analisis Data	31

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Persentase Lobster Air Tawar Jantan.....	32
B. Persentase Lobster Air Tawar Betina.....	38
C. Persentase Lobster Air Tawar Interseks.....	41
D. Kelulushidupan Lobster Air Tawar	44
E. Panjang Total Juvenil Lobster Air Tawar	48
F. Pertumbuhan Bobot Harian Juvenil Lobster Air Tawar	52
G. Biomassa Lobster Air Tawar	55
H. Kualitas Air Selama Penelitian	57

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	60
B. Saran	61

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1 Persentase juvenil lobster air tawar (<i>Cherax quadricarinatus</i>) jantan pada perlakuan dosis ekstrak steroid teripang pasir (<i>Holothuria scabra</i>) dan lama perendaman yang berbeda	32
Tabel 2 Persentase juvenil lobster air tawar (<i>Cherax quadricarinatus</i>) betina pada perlakuan dosis ekstrak steroid teripang pasir (<i>Holothuria scabra</i>) dan lama perendaman yang berbeda.....	38
Tabel 3 Persentase juvenil lobster air tawar (<i>Cherax quadricarinatus</i>) interseks pada perlakuan dosis ekstrak steroid teripang pasir (<i>Holothuria scabra</i>) dan lama perendaman yang berbeda.....	41
Tabel 4 Persentase kelulushidupan juvenil lobster air tawar (<i>Cherax quadricarinatus</i>) pada perlakuan dosis ekstrak steroid teripang pasir (<i>Holothuria scabra</i>) dan lama perendaman yang berbeda	44
Tabel 5. Biomassa Lobster Air Tawar selama 50 hari pemeliharaan	55
Tabel 6. Kualitas air media lobster air tawar selama 50 hari pemeliharaan	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Terjadinya pembalikan kelamin pada lobster air tawar	6
Gambar 2. Lobster Air Tawar (<i>Cherax quadricarinatus</i>).....	9
Gambar 3. Siklus Hidup Lobster Air Tawar (<i>Cherax quadricarinatus</i>).....	9
Gambar 4. Morfologi Lobster Air Tawar (<i>Cherax quadricarinatus</i>)	10
Gambar 5. Perbedaan Alat Kelamin Betina (kiri) dan Jantan (kanan) pada Lobster Air Tawar	12
Gambar 6. Morfologi dan Anatomi Dalam Teripang Pasir (<i>Holothuria scabra</i> Jaeger)	16
Gambar 7. Rumus bangun inti testosteron dan steroid	19
Gambar 8. Rancangan Percobaan	25
Gambar 9. Persentase lobster air tawar jantan pada perlakuan pemberian ekstrak steroid teripang pasir pada dosis dan lama perendaman yang berbeda selama 50 hari.	34
Gambar 10. Persentase lobster air tawar betina pada perlakuan pemberian ekstrak steroid teripang pasir pada dosis dan lama perendaman yang berbeda selama 50 hari.	40
Gambar 11. Persentase lobster air tawar interseks pada perlakuan pemberian ekstrak steroid teripang pasir pada dosis dan lama perendaman yang berbeda selama 50 hari.....	43
Gambar 12. Persentase kelulushidupan lobster air tawar pada perlakuan pemberian ekstrak steroid teripang pasir pada dosis dan lama perendaman yang berbeda selama 50 hari	45
Gambar 13. Rerata pertambahan panjang total tubuh lobster air tawar pada lama perendaman dan variasi dosis ekstrak steroid teripang selama 50 hari pemeliharaan	49
Gambar 14. Pertambahan panjang total tubuh selama 50 hari pemeliharaan ..	50

Gambar 15. Rerata pertambahan bobot harian tubuh lobster air tawar pada lama perendaman dan variasi dosis ekstrak steroid teripang selama 50 hari pemeliharaan.	52
Gambar 16. Pertambahan bobot tubuh lobster air tawar selama 50 hari pemeliharaan	54
Gambar 17. Biomassa lobster air tawar selama 50 hari pemeliharaan	56

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 Analisis statistik lobster air tawar berkelamin jantan.....	71
Lampiran 2 Analisis statistik lobster air tawar berkelamin betina.....	74
Lampiran 3 Analisis statistik lobster air tawar berkelamin interseks	77
Lampiran 4 Analisis statistik kelulushidupan lobster air tawar	80
Lampiran 5 Analisis statistik pertambahan panjang lobster air tawar	83
Lampiran 6 Analisis statistik pertambahan bobot lobster air tawar.....	85
Lampiran 7 Analisis statistik biomasa lobster air tawar	87

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) lebih dikenal masyarakat sebagai ikan hias. Biota ini pertumbuhannya cepat dan dapat mencapai ukuran yang cukup besar, lobster air tawar juga mudah untuk dibudidayakan. Lobster air tawar dikembangkan sebagai komoditi untuk konsumsi sejak tahun 2003. Kebutuhan akan komoditi ini semakin meningkat namun produksinya masih sangat rendah, sehingga harga lobster air tawar cukup tinggi dan mahal (Susanto dan Supono, 2012).

Seiring berkembangnya budidaya lobster air tawar jenis *red claw* (*C. quadricarinatus*) saat ini, permintaan baik di dalam maupun luar negeri semakin meningkat. Permintaan hewan ini dari dalam negeri biasanya berupa benih dan indukan dari berbagai daerah seperti Jakarta, Bali, Semarang dan Surabaya, sedangkan untuk permintaan luar negeri biasanya berupa lobster air tawar dewasa yang telah beku ataupun dalam keadaan hidup (Kurniawan dan Hartono, 2009). Ukuran tubuh lobster air tawar jantan lebih besar sehingga mempunyai nilai jual di pasaran yang lebih tinggi. Laju pertumbuhan lobster jantan lebih cepat dibandingkan yang betina. Pada usia ± 7 bulan lobster air tawar jantan memiliki bobot tubuh berkisar 30 gr/ekor, sedangkan yang betina

berkisar 20 gr/ekor, sehingga untuk meningkatkan jumlah individu jantan perlu dilakukan budidaya monoseks agar supaya produksinya bisa tinggi (Sukmajaya dan Suharjo, 2003).

Salah satu cara untuk meningkatkan jumlah produksinya dilakukan proses pengarahannya salah satu jenis kelamin yang lebih dikenal dengan istilah *sex reversal* atau pembalikan kelamin (Sarida, 2008). *Sex reversal* adalah proses memproduksi ikan monoseks atau memproduksi ikan dengan hanya satu jenis kelamin yaitu jantan atau betina saja. *Sex reversal* ini dapat dilakukan dengan memberikan hormon steroid golongan androgen yaitu metiltestosteron dan testosteron, untuk memacu pertumbuhan individu berkelamin jantan yang diinginkan (Antiporda, 1986).

Hormon steroid yang saat ini banyak digunakan dalam proses maskulinisasi adalah metil testosteron dan hormon sintetik 17α metiltestosteron. Pemberian hormon sintetik 17α metiltestosteron memiliki efek samping pada organ hati dari hewan yang diberi perlakuan. Selain itu juga dapat membahayakan manusia yang mengkonsumsinya karena adanya kemiripan biokimia hormon tersebut dengan hormon steroid pada tubuh manusia (Contreras-Sanchez dan Fitzpatrick, 2001).

Hasil penelitian Sarida (2008) menggunakan ekstrak teripang sebagai sumber hormon steroid pada konsentrasi berbeda mampu menghasilkan individu jantan udang galah *Macrobrachium rosenbergii* sebesar 50,4% pada dosis 2

mg/L dengan tingkat kelulushidupan sebesar 78,9%. Penelitian tersebut membuktikan bahwa ekstrak organ dalam teripang dapat digunakan sebagai sumber hormon steroid alami dalam proses pembalikan kelamin. Disamping itu ekstrak steroid teripang juga mampu memberikan pengaruh terhadap peningkatan pembentukan monoseks jantan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh lama perendaman dan variasi dosis ekstrak steroid teripang (*Holothuria scabra*) terhadap pembentukan monoseks jantan (maskulinisasi) pada juvenil lobster air tawar capit merah (*Cherax quadricarinatus*).

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah apakah ada pengaruh lama perendaman dan variasi dosis ekstrak steroid teripang pasir (*Holothuria scabra*), serta interaksinya terhadap tingkat pembentukan monoseks jantan (maskulinisasi) pada juvenil lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*).

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh lama perendaman dan variasi dosis ekstrak steroid teripang pasir (*Holothuria scabra*) terhadap tingkat pembentukan individu jantan (maskulinisasi) pada juvenil lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*).

2. Untuk mengetahui pengaruh interaksi antara lama perendaman dan variasi dosis ekstrak steroid teripang pasir (*Holothuria scabra*) terhadap tingkat pembentukan individu jantan (maskulinisasi) pada juvenil lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*).

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pembalikan kelamin jantan (maskulinisasi) dengan menggunakan ekstrak steroid teripang (*Holothuria scabra*) untuk pengembangan dalam usaha budidaya lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*).

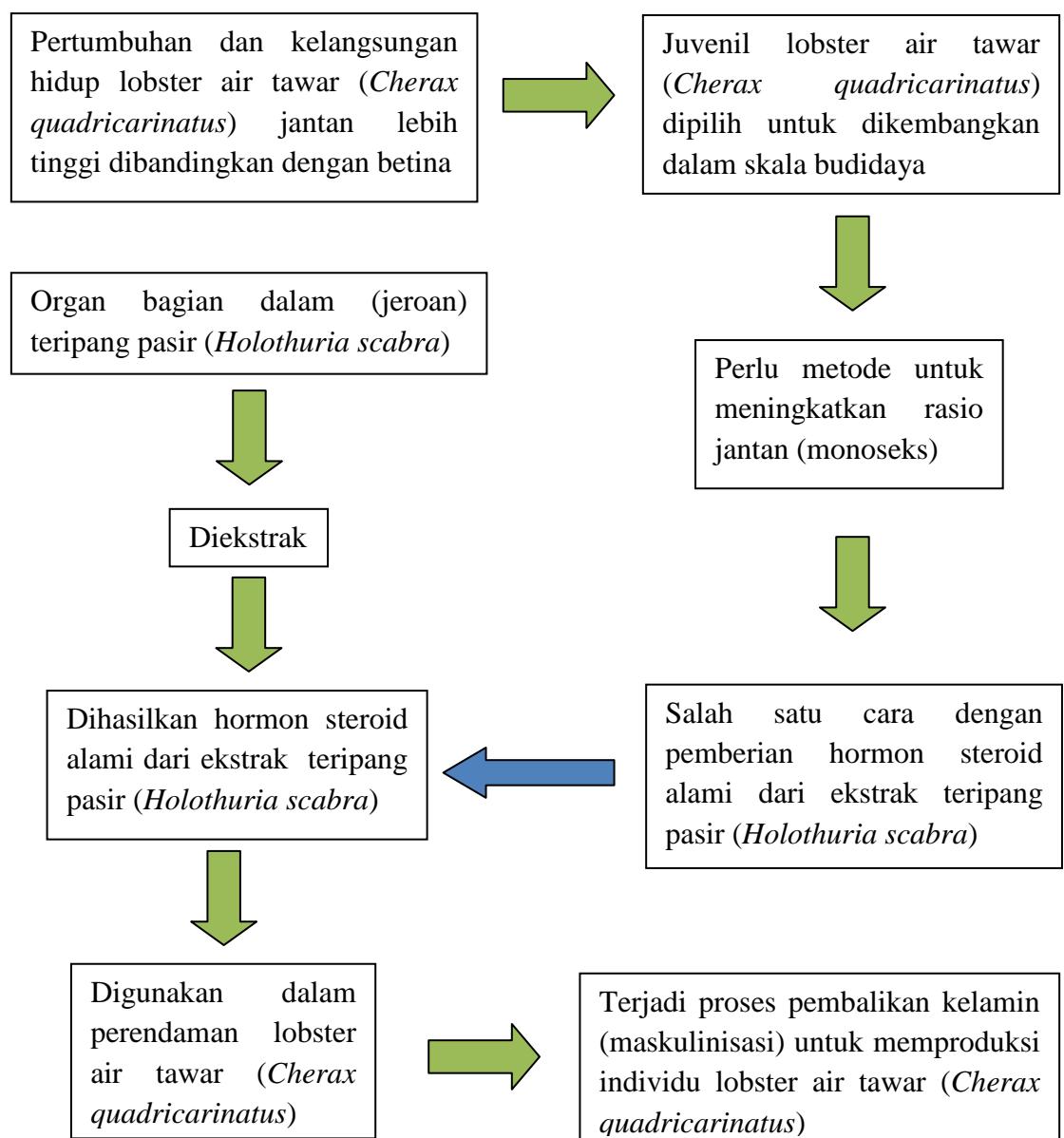
E. Kerangka Pemikiran

Saat ini ada beberapa komoditi perikanan yang semakin banyak dikembangkan dan dibudidayakan di Indonesia. Salah satu komoditas perairan yang saat ini banyak dikembangkan di Indonesia adalah dari berbagai jenis udang anggota Krustasea. Salah satu jenis udang yang banyak dibudidayakan adalah lobster air tawar jenis capit merah (*red claw*) (*C. quadricarinatus*). Dalam usaha budidaya, kecepatan pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) merupakan faktor yang penting diperhatikan dalam peningkatan produksinya. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup lobster air tawar jantan telah diketahui lebih tinggi dibanding betina, sehingga perlu dipilih secara prioritas untuk dikembangkan dalam skala budidaya dengan mengarahkan jenis kelamin yang sama (tunggal).

Proses yang dapat digunakan untuk memproduksi individu monoseks melalui pembalikan kelamin atau yang dikenal dengan *sex reversal*. Proses ini dilakukan dengan cara pemberian hormon pada masa juvenil (anakan) untuk diarahkan kelaminnya menuju jantan (maskulinisasi) dari biota lobster air tawar yang dibudidayakan. Metode pemberian hormon yang banyak digunakan dalam proses pembalikan kelamin dapat berupa *injection* atau penyuntikan, *dipping* atau perendaman serta *oral* atau dicampur dalam pakan. Metode pemberian hormon ini telah banyak diterapkan dalam proses pembalikan kelamin pada ikan nila, ikan sepat, udang galah, rajungan, dan lain-lain. Namun metode tersebut belum banyak digunakan pada lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*), sehingga perlu dilakukan pada biota budidaya tersebut. Pada penelitian ini dipergunakan metode *dipping* atau perendaman dengan hormon steroid alami yang berasal dari ekstrak teripang.

Teripang pasir (*Holothuria scabra*) merupakan salah satu biota laut penghasil hormon steroid alami. Organ bagian dalam (jeroan) dari teripang menghasilkan hormon steroid lebih banyak dibandingkan bagian tubuh lainnya. Hormon steroid alami dari ekstrak teripang yang diberikan melalui perendaman, penyuntikan atau dicampur dalam pakan pada biota anggota *Crustacea*, seperti kepiting dan udang galah terbukti mampu berperan dalam pembentukan kelamin jantan (maskulinisasi) pada hewan tersebut. Dengan cara perendaman dalam ekstrak steroid teripang, hormon akan masuk lebih efektif ke dalam sistem transportasi dan osmoregulasi dari tubuh individu biota. Hormon ini akan memicu terbentuknya testosteron yang selanjutnya

berfungsi merangsang proses diferensiasi dalam pembentukan kelamin jantan. Pemberian ekstrak steroid teripang pasir dengan lama perendaman dan variasi dosis yang berbeda diduga mampu meningkatkan presentase pembentukan juvenil jantan lobster air tawar dengan rasio berbeda. Umur serta faktor lingkungan hidup lobster air tawar yang dijaga dalam kondisi yang tetap. Kerangka pemikiran dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Terjadinya pembalikan kelamin (*sex reversal*) pada lobster air tawar

F. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini :

1. Lama perendaman dan variasi dosis ekstrak steroid teripang pasir (*Holothuria scabra*) berpengaruh terhadap pembentukan individu jantan (maskulinisasi) pada juvenil lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*).
2. Interaksi antara lama perendaman dan variasi dosis ekstrak steroid teripang pasir (*Holothuria scabra*) berpengaruh terhadap pembentukan individu jantan (maskulinisasi) pada juvenil lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Lobster Air Tawar / Red Claw (*Cherax quadricarinatus*)

a. Klasifikasi

Menurut Lukito dan Prayugo (2007), lobster air tawar dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda (Crustacea)

Sub Phylum : Crustaceaea

Classis : Malacostraca

Ordo : Decapoda

Sub Ordo : Pleocymata

Famili : Parastacidae

Genus : *Cherax*

Species : *Cherax quadricarinatus*

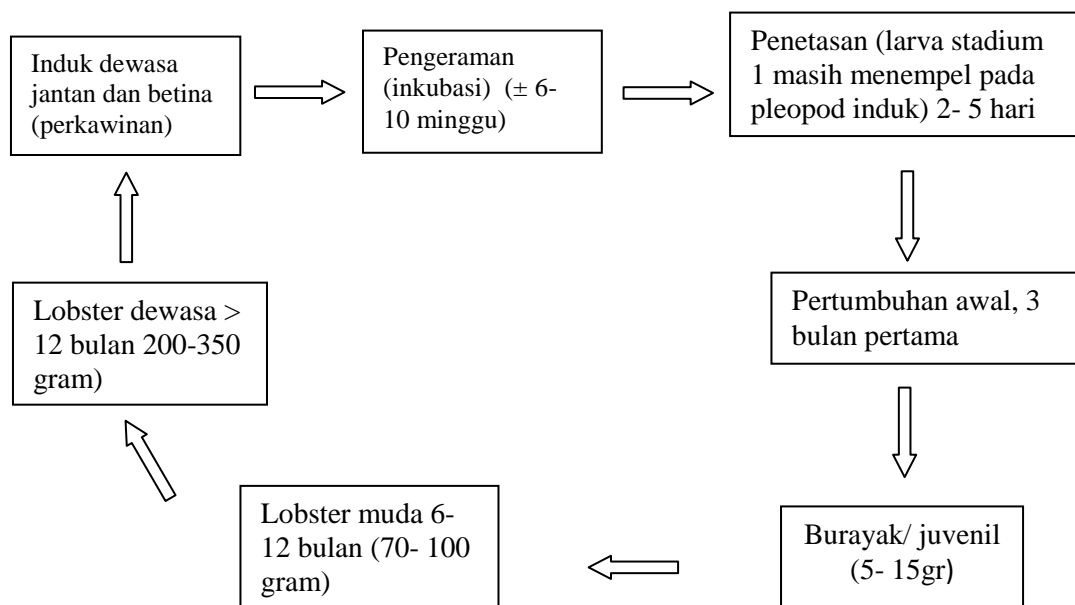
b. Siklus Hidup

Lobster air tawar selama hidupnya mengalami beberapa tahapan, yaitu telur →juvenil →lobster dewasa. Pada fase telur, calon anakan lobster akan menempel pada kaki renang (pleopod) induk betina (Gambar 2).



Gambar 2 . Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*) (Hickman *et al.*, 2003).

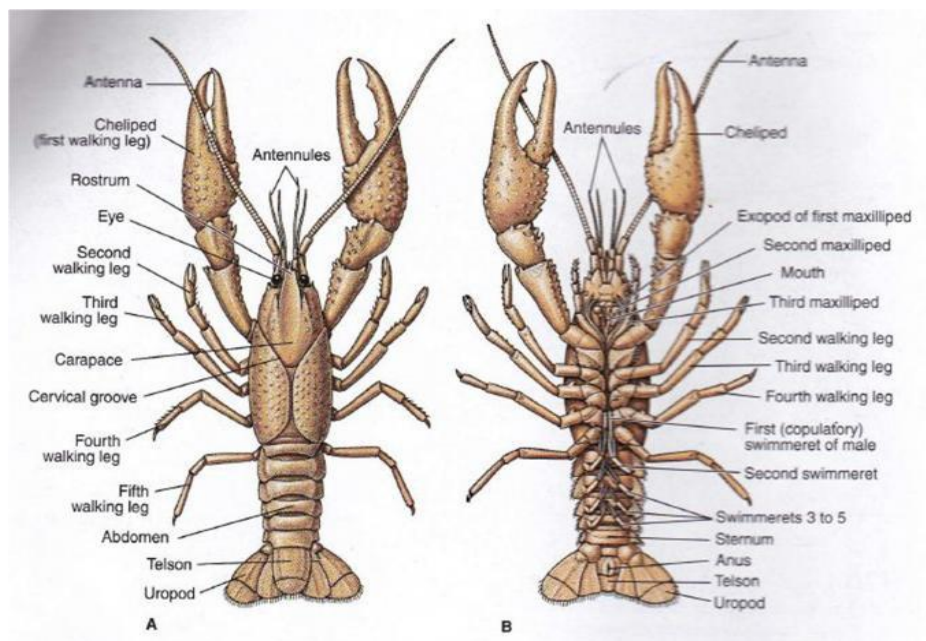
Selama fase pengeraman warna telur akan berubah-ubah dimulai dari warna abu abu → kuning → orange → orange dengan bintik-bintik mata → abu-abu → menetas menjadi juvenil → lepas dari induk (Susanto, 2008). Menurut Wie (2006) proses perubahan ini berlangsung kurang lebih 35 - 45 hari. Setelah dipisahkan dari induk, juvenil akan melakukan *molting* berkali-kali hingga berusia 3 bulan, setelah itu frekuensi *molting* akan berkurang hingga dewasa secara bertahap (Gambar 3).



Gambar 3. Siklus Hidup Lobster air tawar (Lukito dan Prayugo, 2007).

c. Morfologi

Tubuh lobster air tawar terbungkus oleh cangkang yang berfungsi untuk menjaga organ-organ yang ada didalam tubuhnya dari serangan hewan pemangsa maupun kelompoknya. Ukuran panjang tubuh lobster air tawar dapat mencapai 7,5 cm. Ukuran terbesar lobster air tawar yaitu 40 cm dengan berat mencapai 3,5 kg pada spesies *Cherax quadricarinatus* (Lukito dan Prayugo, 2007). Tubuh lobster air tawar terbagi menjadi 3 bagian, yaitu *chepalothoraks*, abdomen dan telson. Morfologi dan bagian-bagian tubuh lobster air tawar dapat dilihat pada Gambar A (bagian dorsal) dan B (bagian ventral).



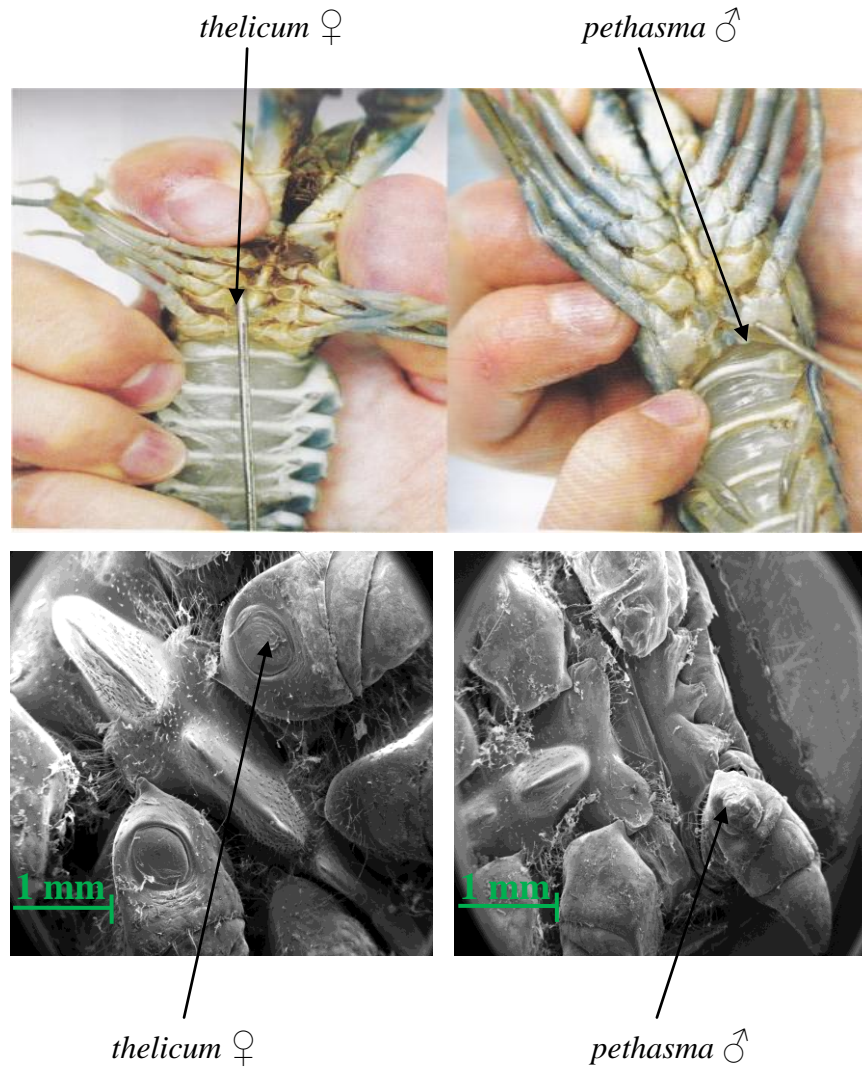
Gambar 4. Morfologi Lobster Air Tawar (Hickman *et al.*, 2003).

Secara keseluruhan chepalothoraks ditutupi oleh cangkang yang disebut *karapas*. Karapas ini akan memanjang dari somit torasik yang berakhir hingga mata, kadang-kadang juga membentuk *rostrum* di atas mata. Karapas juga melindungi insang yang terdapat pada ruang branchial (Wie, 2006). Sebagai anggota Decapoda, lobster air tawar mempunyai kaki berjumlah 10 buah yang terdiri dari sepasang kaki capit, 4 pasang kaki jalan (*periopod*) dan 5 pasang kaki renang (*pleopod*). Dua pasang kaki jalan terdepan pada lobster air tawar dilengkapi dengan capit kecil dibagian ujungnya, yang berfungsi untuk mencari makanan dalam lubang dan memasukkan makanan ke dalam mulut (Hickman *et al.*, 2003).

Pada bagian abdomen terdapat 4 pasang kaki renang (*pleopod*), sementara pada bagian ekor berbentuk seperti kipas atau *uropoda* dan ujungnya terbentuk *telson*. Ekor kipas atau uropoda terdiri dari 5 ruas, pada saat akan mengembang membentuk parabola dan menyerupai kipas yang terbuka (Lukito dan Prayugo, 2007).

d. Ciri Kelamin

Menurut Wie (2006) lobster air tawar akan mengalami proses pembentukan kelamin dan dapat dilihat jika lobster telah berumur ± 2 bulan dengan panjang tubuh berkisar 5-7 cm atau 2-3 inch. Alat kelamin jantan pada lobster air tawar dapat dilihat pada *pereiopod* kelima yang membentuk benjolan yang disebut *pethasma*, sedangkan alat kelamin betina dapat dilihat pada kedua pangkal *periopod* ketiga dengan bentuk seperti bulatan yang disebut dengan *thelicum* (Gambar 5).



Gambar 5. Perbedaan alat reproduksi pada lobster air tawar jantan (kanan) dan betina (kiri), pada yang betina memiliki lubang bulat terletak pada dasar kaki jalan ke-3 yang disebut *thelicum*, sedangkan yang jantan memiliki tonjolan pada dasar kaki jalan ke-5 yang disebut *pethasma*.

Lobster air tawar akan mengalami pematangan gonad pada saat umur lobster 6-7 bulan. Lobster air tawar jantan dan betina akan segera melakukan perkawinan begitu mencapai pematangan gonad (Setiawan, 2006). Setelah perkawinan telur akan muncul pada bagian bawah abdomen induk betina. Induk betina akan mengerami telurnya sekitar 1,5 – 2 bulan dengan jumlah telur pada saat penetasan berkisar 150 - 200 ekor. Awalnya telur akan berwarna kuning setelah beberapa

minggu kemudian telur akan berubah menjadi oranye. Sekitar seminggu kemudian akan timbul bintik-bintik hitam sebelum menetas. Setelah menetas anakan lobster masih menempel pada tubuh induk lobster dan akan lepas sekitar 4-5 hari setelah menetas (Wiyanto dan Hartono, 2003).

Menurut Widha (2003) tahapan perkembangan *Cherax* terbagi atas 3 tahapan yaitu pralarva, larva dan pasca larva. Tahapan pralarva terdiri dari 4 stadium yaitu stadium 1 telur berwarna krem pada saat dikeluarkan dari tubuh induk (umur 1-4 hari), stadium 2 telur berwarna coklat muda (umur 5-7 hari), stadium 3 telur berwarna coklat tua (umur 8- 14 hari), dan stadium 4 telur berwarna ungu keabu-abuan (15-17 hari). Tahapan larva *Cherax* terdiri nauplius, protozoa, dan mysis. Tahapan nauplius telur telah berubah warna menjadi merah tanpa ada bintik mata (umur 18-21 hari), tahapan protozoa warna telur tetap merah disertai adanya bintik mata (22-27 hari) dan tahapan mysis telur hampir menetas (28-35 hari). Tahapan pasca larva pada *Cherax* hanya terdiri dari 1 tahapan yaitu tahapan juvenil dimana telur telah berwarna kelabu lalu jatuh dari pleopod atau terlepas dari tubuh induk (umur 35-40 hari) (Widha, 2003).

e. Ekologi

Lobster air tawar merupakan spesies yang berasal dari daerah tropis yang banyak terdapat di Australia. Lobster air tawar dapat hidup di sungai, danau air tawar dan rawa-rawa yang memungkinkannya tahan terhadap berbagai kondisi dan cuaca. Lobster air tawar dapat tumbuh dengan baik pada kisaran suhu air 24 - 29° C (Rouse 1997). Suhu air memiliki

pengaruh yang besar terhadap pertumbuhan lobster air tawar, bila suhu rendah pertumbuhan akan melambat. Selain itu suhu juga mempengaruhi lamanya waktu penetasan telur lobster air tawar. Bila suhu air normal telur akan menetas dalam waktu 5 minggu setelah masa pengeraman (inkubasi). Namun bila suhu air rendah, penetasan telur membutuhkan waktu yang lebih lama antara 7 – 8 minggu (Setiawan, 2006).

Menurut Law *et al.* (2006), pH yang sesuai untuk pemeliharaan lobster air tawar antara 6 – 8. Bila pH air mengalami perubahan secara drastis (naik atau turun) dapat dinetralsir dengan penambahan zat-zat tertentu, seperti kapur (CaCO_3) jika pH terlalu rendah dan asam fosfor (H_3PO_4) jika pH terlalu tinggi.

B. Teripang Pasir (*Holothuria scabra*)

a. Klasifikasi

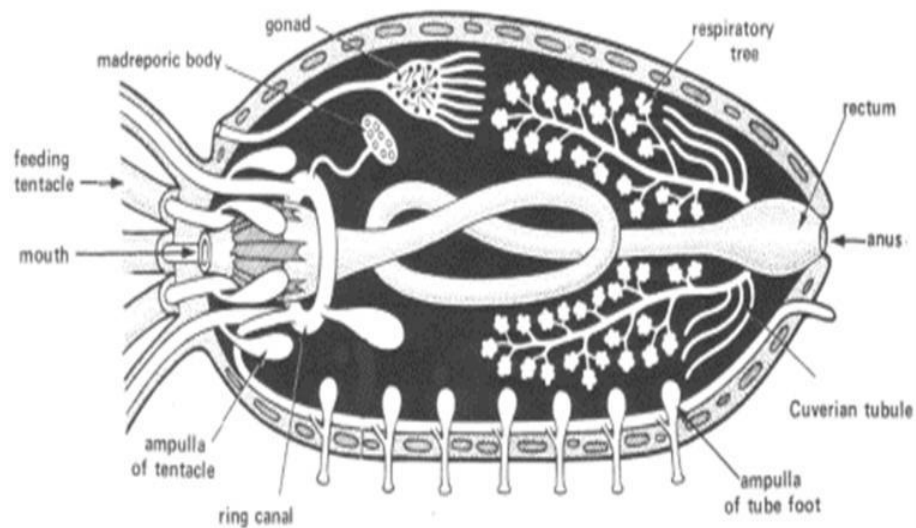
Teripang pasir merupakan salah satu hasil laut yang memiliki nilai penting dengan nama lain *teat fish*, *sea cucumber* dan ginseng laut (Arisandi, 2007). Menurut Rusyani *et.al* (2003) teripang pasir dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Animalia
Phylum : Echinodermata
Subphylum : Echinozoa
Classis : Holothuroidea
Subclassis : Aspidochirotacea

Ordo : Aspidochirota
Famili : Holothuroidae
Genus : *Holothuria*
Species : *Holothuria scabra* Jaeger

b. Morfologi dan Anatomi

Menurut Arisandi (2007) teripang pasir merupakan salah satu anggota Echinodermata atau hewan berkulit duri yang tubuhnya memanjang silindris dan bertubuh lunak. Hewan ini memiliki kerangka tubuh yang berupa lempengan-lempengan kapur di bagian dinding tubuhnya dengan jumlah besar dan tergabung erat pada dinding tubuhnya. Tubuhnya berbentuk seperti kulit yang memanjang dan dapat mengerut, selain itu memiliki 2 buah mulut pada bagian anus dan kepala (Gambar 6). Teripang memiliki 3 buah kaki tabung yang terdapat pada tubuh bagian ventral yang digunakan untuk berjalan dan dilengkapi juga dengan alat penghisap berbentuk mangkuk. Di sekitar mulut terdapat tabung tanpa pediselaria dan duri (Romimohtarto dan Juwana, 2005).



Gambar 6. Morfologi dan Anatomi Dalam Teripang Pasir (*Holothuria scabra*) (Romimohtarto dan Juwana, 2005).

Daerah rektum dan kloaka teripang dapat mengerut dan mengembang untuk menghisap air ke dalam anus dan akan mendorongnya ke bagian atas menuju alat respirasi (Romimohtarto dan Juwana, 2005). Untuk bergerak teripang pasir memiliki kaki tabung yang jumlahnya sedikit dan tersebar di bagian ventral.

c. Ekologi Teripang Pasir (*Holothuria scabra*)

Teripang pasir dapat hidup di perairan yang jernih dan bersih, dengan dasar perairan yang berpasir halus, jauh dari hempasan ombak. Selain itu habitat hidupnya memiliki tanaman pelindung dan detritus yang cukup banyak. Kadar salinitas yang dapat ditolerir teripang pasir antara 30 - 32 ppt. Menurut Arisandi (2007) makanan utama teripang pasir adalah zat-zat organik yang terdapat dalam pasir dan detritus. Sedangkan untuk makanan pelengkapanya berupa biota mikroskopik seperti plankton dan bakteri.

Teripang pasir memiliki perilaku mengeluarkan sebagian isi perutnya bila disentuh dengan kasar oleh tangan melalui anus ataupun mulut (Romimohtarto dan Juwana, 2005). Selain itu teripang juga memiliki perilaku lain yaitu meliang tergantung pada kondisi lingkungan.

Teripang pasir ditemukan di banyak negara dari pesisir Timur Pasifik hingga pesisir Timur Afrika. Di Indonesia penghasil teripang pasir terbesar adalah Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah dan Nusa Tenggara Timur. Selain itu, teripang pasir juga banyak ditemukan di Bali, Lombok, Aceh, Kalimantan, Sulawesi, Pantai Madura, Timor, Kepulauan Maluku, Bangka, Belitung, Kepulauan Seribu dan Riau (Arisandi, 2007).

d. Biokimia Teripang Pasir (*Holothuria scabra*)

Teripang pasir memiliki kandungan zat kimia dan zat bioaktif yang diketahui banyak manfaatnya. Beberapa zat penting yang ditemukan adalah antibakteri, isolasi enzim arginin kinase, isolasi fucan sulfat yang berfungsi sebagai penghambat osteoclastogenesis, aktivitas serum amyloid dan aktivitas antijamur yang dapat ditemukan pada berbagai spesies teripang seperti *Cucumaria frondosa*, *Stichopus japonicus*, *Holothuria glaberrina* dan *Psolus patagonicus* (Arisandi, 2007).

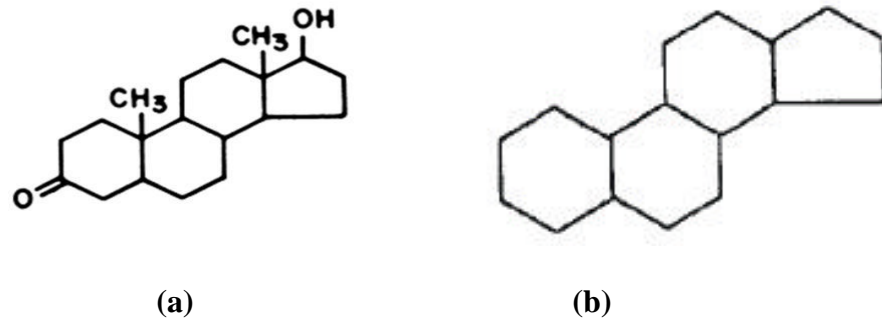
Teripang pasir juga banyak mengandung *growth factor* yang dapat merangsang regenerasi sel dan jaringan yang telah rusak atau membusuk hingga pulih kembali (Nurjanah, 2008).

Menurut Subroto (2011) kandungan kolagen dalam teripang pasir mencapai 80%, sedangkan kandungan protein teripang mencapai 86,6%. Selain itu teripang juga banyak mengandung asam amino, chondroitin, antiseptik alamiah, mukopolisakarida, mineral, glucosaminoglycans, omega 3, 6 serta omega 9.

C. Hormon Steroid Teripang Pasir (*Holothuria scabra*)

Secara alami hormon steroid terbentuk dalam tubuh suatu organisme. Hormon steroid ini diproduksi oleh suatu jaringan steroidogenik yang terdapat pada bakal kelamin atau bakal ginjal (Murray *et al.*, 2003). Menurut Hadley (2000) dalam kondisi abnormal pada saat biosintesis, produksi hormon dapat menurun atau meningkat tanpa mempedulikan efek psikologisnya. Dalam sel, hormon steroid akan disintesis di dalam retikulum endoplasma, lalu hormon steroid akan menuju gonad dan menstimulasi perkembangan gonad (Siswandono dan Soekardjo, 1995).

Salah satu hormon steroid yang dapat ditemukan pada teripang adalah jenis testosteron. Menurut Craig dan Stitzel (1997) testosteron merupakan androgen utama yang dihasilkan dalam testis, meskipun ginjal juga menghasilkan hormon testosteron tetapi jumlahnya tidak sebanyak dalam testis. Fungsi hormon testosteron adalah untuk reproduksi, libido, perilaku sosial dan mengatur pertumbuhan kelamin (Piferrer, 2001).



Gambar 7. Rumus bangun inti (a) testosteron dan (b) steroid (Turner dan Bagnara, 1988).

Organ bagian dalam teripang atau jeroan lebih banyak mengandung senyawa steroid (2,128 %) bila dibanding dengan daging kering (0,816 %), daging basah (1,296 %) dan jeroan kering (1,796 %) (Kustiariyah, 2006).

Menurut Donaldson dan Benfey (1987) hormon steroid yang digunakan untuk merangsang perubahan kelamin dapat dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu :

- a) Hormon androgen, seperti androstenedion, etiniltestosteron, metiltestosteron, dan testosterone propionat yang dapat digunakan atau memberi efek pengarahan diferensiasi kelamin menjadi jantan (maskulinisasi).
- b) Hormon estrogen, seperti estron, estriol, estradiol, dan etinile stradiol yang dapat digunakan atau memberikan efek pengarahan diferensiasi kelamin menjadi betina (feminisasi) .

Hormon androgen adalah salah satu contoh hormon steroid yang dihasilkan oleh testis. Hormon ini berfungsi menstimulasi tahap akhir proses spermatogenesis, meningkatkan pertumbuhan dan aktivitas ekskresi dari organ kelamin pelengkap,

pemeliharaan dari kelamin sekunder dan *sexual behaviour*, serta maskulinisasi (Ganong 1995)

D. *Sex Reversal* atau Pembalikan Kelamin

Jenis kelamin individu berperan penting dalam pembudidayaan komoditi perikanan, karena jenis kelamin individu dapat menentukan laju pertumbuhan, ukuran tubuh spesies dan perilaku hidupnya.

Untuk mendapatkan jenis kelamin yang diinginkan, dapat dilakukan melalui pembalikan kelamin disebut *sex reversal*. *Sex reversal* merupakan teknik untuk menjadikan perkembangan kelamin yang seharusnya betina menjadi jantan atau sebaliknya, teknik ini dilakukan pada saat gonad belum terdiferensiasi secara jelas (Masduki, 2010).

Menurut Yatim (1986), perubahan jenis kelamin dapat terjadi secara alami dan buatan. Perubahan kelamin secara alami adalah perubahan kelamin yang disebabkan oleh faktor lingkungan dengan susunan genetiknya tidak mengalami perubahan. Sedangkan perubahan kelamin buatan merupakan usaha manusia untuk mengarahkan perkembangan organ reproduksi dengan pemberian bahan yang dapat merangsang perubahan tersebut. Perubahan jenis kelamin secara buatan dimungkinkan karena pada fase pertumbuhan gonad belum terjadi diferensiasi kelamin, sehingga pembentukan gonad dapat diarahkan dengan menggunakan hormon steroid sintesis (Yamazaki 1983).

Sex reversal dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu secara langsung dengan pemberian hormon dan secara tidak langsung dengan merekayasa kromosom individu (Masduki, 2010). Pemberian hormon dapat dilakukan dengan cara *dipping* atau perendaman, *injection* atau penyuntikan dan *oral* atau dengan melalui pakan pada individu (Ruliaty *et al.*, 2010). Pemberian hormon tidak boleh berlebihan karena dapat menimbulkan tekanan pada pembentukan gonad, efek paradoksial, pertumbuhan rendah dan kematian tinggi (Sower *et al.* 1984). Menurut amazaki (1983) menjelaskan bahwa agar pengaruh hormon steroid efektif, waktu penggunaannya harus dilakukan ketika gonad belum berdiferensiasi.

Dalam penelitian Sinjal (2008) dengan pemberian hormon 17 α -metiltestosteron pada konsentrasi hormon yang berbeda memberikan hasil terbaik pada pembentukan monoseks jantan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada konsentrasi 3 mg/L dengan persentase tertinggi sebesar 86,11%. Penelitian Ruliaty *et al.*, (2010) penerapan *sex reversal* pada rajungan efektif dilakukan dengan pemberian hormon 17 α -metiltestosteron yang dilakukan secara *dipping* atau perendaman dengan dosis yang berbeda dan lama perendaman yang berbeda. Persentase terbaik untuk pembentukan monoseks jantan adalah dosis 2 ppm sebesar 93,9%, sedangkan lama perendaman yang paling baik untuk pembentukan monoseks jantan adalah 4 jam pada dosis 2 ppm sebesar 88,8%. Kajian mengenai *sex reversal* untuk maskulinisasi pada *Crustacea* jenis rajungan melalui konsentrasi hormon yang berbeda dan lama perendaman yang berbeda dilakukan oleh Ruliaty *et al.* (2010).

Salah satu metode *sex reversal* yang efektif adalah melalui teknik perendaman, karena hormon yang diberikan dapat langsung masuk ke dalam tubuh secara difusi.

Metode *dipping* atau perendaman ini memiliki beberapa kelemahan, yaitu perbandingan jenis kelamin dari jumlah individu yang tidak sama akan menghasilkan anakan yang tidak sama. Contohnya pada ikan hias, perbandingan jenis kelamin anakan tidak selalu 1 : 1, pada pemijahan pertama dihasilkan 50% betina : 50% jantan, tetapi pada pemijahan selanjutnya perbandingan dapat terjadi 70% betina : 30% jantan (Masduki, 2010).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober-November 2016 selama 50 hari di Laboratorium penelitian biologi akuatik Gedung MIPA Terpadu Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

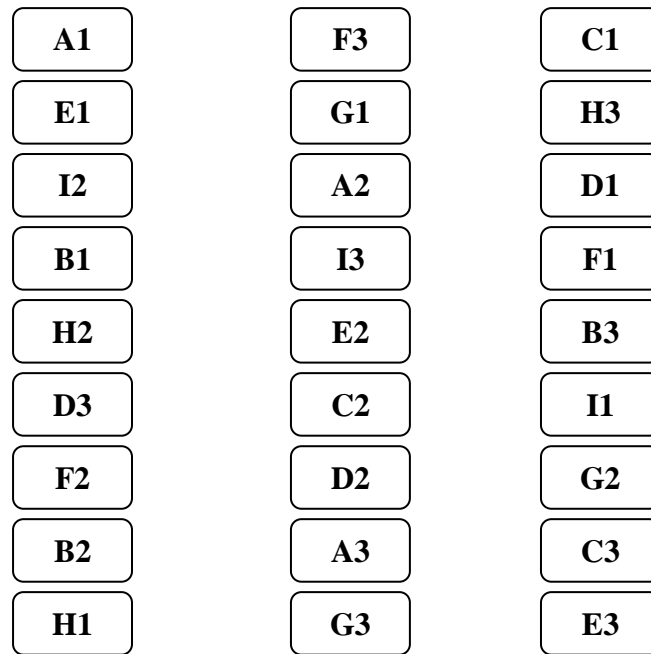
B. Alat dan Bahan

Alat-alat dalam penelitian ini yang digunakan yaitu akuarium fiber ukuran 50 cm x 50 cm x 40 cm untuk tempat aklimasi dengan kapasitas air 48 liter, akuarium 20 cm x 50 cm x 40 cm untuk uji perlakuan dan pengamatan, cawan petri untuk pengamatan morfologis lobster, neraca digital untuk pengukuran berat tubuh juvenil lobster, lup untuk pengamatan morfologi juvenil lobster, dan penggaris untuk pengukuran panjang tubuh juvenil lobster. Pengukuran kualitas air menggunakan DO meter untuk pengukuran kandungan oksigen (*dissolved oxygen*), pH meter untuk pengukuran pH dan termometer untuk pengukuran suhu. Alat yang digunakan adalah *rotary vaccum evaporator* untuk pengeringan ekstrak teripang, labu ukur 500 ml untuk wadah stok ekstrak teripang 100% dan gelas baker 250 ml untuk wadah ekstrak teripang. Selain itu lembar kerja dan kalkulator untuk pencatatan dan penghitungan data parameter pengamatan.

Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi hewan uji yang berupa juvenil lobster air tawar jenis capit merah (*Cherax quadricarinatus*) berukuran panjang ± 1 inch sebanyak 540 ekor. Ekstrak organ dalam (jeroan) teripang pasir (*Holothuria scabra*) sebagai sumber hormon steroid alami. Pakan untuk lobster air tawar dapat berupa taoge, cacing sutera atau pelet, dan diberikan secara *ad libitum* dengan frekuensi pakan 2 kali / hari pada waktu pagi dan sore. Air sebagai media pemeliharaan dalam akuarium pengeraman, pemijahan-aklimasi maupun perlakuan. Etanol, dietil eter, aseton, kalium hidroksida serta phenolptalin untuk pembuatan ekstrak teripang pasir.

C. Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua variabel yaitu lama perendaman juvenil lobster di dalam ekstrak steroid teripang (0 jam (kontrol), 12 jam, 18 jam, dan 24 jam dan variasi dosis (2 mg/L dan 4 mg/L). Masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Dosis ekstrak teripang pasir yang diberikan adalah 2 mg/L dan 4 mg/L untuk masing-masing perlakuan. Setiap bak digunakan untuk memelihara 20 ekor juvenil. Perlakuan dilakukan untuk mengetahui lama perendaman dan dosis ekstrak teripang yang paling efektif dalam pembentukan kelamin jantan juvenil lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*). Rancangan percobaan yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Rancangan Percobaan

Keterangan : A = 12 jam kontrol, B = 18 jam kontrol, C = 24 jam kontrol,
 D = 12 jam 2 mg/L, E = 18 jam 2 mg/L, F = 24 jam 2 mg/L,
 G = 12 jam 4 mg/L, H = 18 jam 4 mg/L, I = 24 jam 4 mg/L.

D. Prosedur Penelitian

a. Pembuatan Ekstrak Steroid Teripang (*Holothuria scabra*)

Menurut Dewi (2008) tahapan pertama untuk mendapatkan ekstrak steroid teripang yaitu dengan mengeluarkan dan memisahkan jeroan teripang dengan daging teripang yang kemudian diawetkan sementara dalam freezer pada suhu 4°C. Jeroan yang didapat lalu diekstraksi dengan cara maserasi dengan pelarut etanol menggunakan cara refluks (perbandingan bahan utama dengan pelarut adalah 1 : 2 yang dilakukan pada suhu 40-50°C selama 3-4 jam atau hingga pelarut habis. Supernatan yang diperoleh selanjutnya dicampur dengan 50 ml KOH 1 M dan direfluks kembali pada

suhu 70° selama 1 jam, kemudian campuran hasil refluks didinginkan dengan penambahan aquades sebanyak 100 ml. Campuran refluks dimasukkan ke dalam tabung pemisah dan disabunkan dengan dietil eter sebanyak 100 ml, lalu dikocok dan diendapkan hingga diperoleh supernatan dan residu. Residu yang didapat dipisahkan dan disabunkan kembali dengan cara yang sama hingga diperoleh supernatan kedua dan ketiga. Semua supernatan yang diperoleh lalu digabungkan dan dimasukkan ke dalam corong untuk dicuci dengan aquades 40 ml sebanyak 3 kali. Residu yang diperoleh dipisahkan dan ditambahkan dengan KOH 0,5 M 40 ml dan 1 tetes phenol ptalin (pp), lalu dikocok dan didiamkan hingga terbentuk 2 fasa. Dua fasa yang terbentuk lalu dipisahkan, supernatan yang diperoleh ditambah 40 ml aquades, kemudian dikocok dan didiamkan kembali hingga terbentuk dua fasa dan dipisahkan kembali. Supernatan ditambah KOH 0,5 M 40 ml lalu dikocok dan didiamkan kembali hingga terbentuk dua fasa, kemudian dipisahkan kembali. Supernatan dicuci dengan aquades hingga tidak terbentuk lagi warna merah muda jika ditambahkan indikator phenol ptalin (pp). Larutan yang diperoleh kemudian didestilasi dengan aquades hingga seluruh pelarut menguap pada suhu 55°C. Ekstrak steroid teripang yang diperoleh siap digunakan sebagai perlakuan untuk pembalikan kelamin pada lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*).

b. Persiapan Wadah dan Air Untuk Media Pemeliharaan

1. Wadah pemeliharaan berupa akuarium aklimasi dipersiapkan. Seluruh akuarium berukuran $60 \times 40 \times 40 \text{ cm}^3$
 - a. Wadah pemeliharaan benih volume 22 liter terlebih dahulu harus dicuci dengan menggunakan kaporit (CaOCl) 10 ppm.
 - b. Akuarium untuk perlakuan berjumlah 27 unit dengan jumlah juvenil lobster sebanyak 20 ekor per akuarium.
2. Air yang digunakan sebagai media pemeliharaan berupa air sumur.

c. Seleksi Juvenil Lobster Air Tawar

Juvenil lobster air tawar yang digunakan dalam perlakuan diseleksi terlebih dahulu dengan melihat ciri-ciri morfologisnya seperti warna tubuh, kelengkapan anggota tubuh, dan panjang tubuh rerata berkisar antara 2-2,5 cm. Juvenil lobster air tawar yang digunakan dalam percobaan sebanyak 540 ekor yang berasal dari Gemma Farm (Klaten, Jawa Tengah), sedangkan umur juvenil lobster yang diseleksi sekitar 2-3 minggu.

d. Pelaksanaan Penelitian

Juvenil lobster air tawar dipelihara secara bersamaan (massal) dalam akuarium. Selanjutnya setelah tahap aklimasi lalu diberi perlakuan berupa perendaman dalam ekstrak steroid teripang pada dosis 2 mg/L dan 4 mg/L dengan lama perendaman berbeda. Jumlah juvenil dalam akuarium pengamatan adalah 20 ekor per akuarium. Setelah diberi perlakuan, juvenil

dipelihara di dalam akuarium yang sama selama kurang lebih 50 hari. Setiap akuarium dengan kepadatan yang sama yaitu 20 ekor dan diberi pakan dengan dosis yang telah ditentukan yaitu 10 % dari berat tubuh individu. Pengamatan dilakukan sesuai dengan parameter penelitian yang meliputi persentase individu jantan, persentase individu betina, persentase individu interseks, kelulushidupan (*survival rate*), panjang total, bobot harian, biomasa dan kualitas air.

e. Parameter Penelitian

1. Parameter Utama

a. Keberhasilan pembentukan jenis kelamin

Jumlah individu jantan, betina dan interseks yang terbentuk diamati secara morfologi. Pengamatan jenis kelamin dapat diamati dengan menggunakan lup berdasarkan tanda kelamin pada lobster. Jumlah kelamin dihitung dengan membagi antar jumlah salah satu jenis kelamin dibagi dengan jumlah total lobster yang hidup hingga akhir penelitian dikali dengan 100 % diukur dengan menggunakan rumus:

$$J (\%) = \frac{\text{Jumlah lobster jantan}}{\text{Jumlah lobster sampel}} \times 100\%$$

$$B (\%) = \frac{\text{Jumlah lobster betina}}{\text{Jumlah lobster sampel}} \times 100\%$$

$$I (\%) = \frac{\text{Jumlah ikan interseks}}{\text{Jumlah lobster sampel}} \times 100\%$$

- b. Kelulushidupan (*survival rate*) juvenil lobster air tawar merupakan jumlah juvenil lobster air tawar yang hidup sejak perlakuan hingga akhir penelitian. Rasio kelulushidupan juvenil lobster air tawar ditentukan dengan menggunakan rumus Effendi (2004)

yaitu :

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan :

SR : *Survival rate* / kelulushidupan juvenile lobster (%)

No : Total juvenil lobster hidup pada awal penelitian

Nt : Total juvenil lobster hidup pada akhir penelitian

2. Parameter Penunjang

Pertumbuhan lobster air tawar (pertambahan panjang dan berat tubuh) juvenil diukur setiap 10 hari setelah perlakuan diberikan terhadap 20 individu lobster.

- a. Panjang total lobster air tawar

Panjang total (cm) ditentukan berdasarkan selisih panjang akhir (Lt) dengan panjang awal (Lo) pemeliharaan.

Panjang total dihitung berdasarkan rumus Zonneveld *et. al.*, (1991) sebagai berikut :

$$L = Lt - Lo$$

Keterangan :

L = Pertumbuhan panjang total (cm)

Lt = Panjang rata-rata akhir (cm)

Lo = Panjang rata-rata awal (cm)

b. Pertambahan bobot harian lobster air tawar

Pertambahan bobot harian dihitung dengan menggunakan rumus (Effendi, 2004).

$$GR = \frac{W_t - W_0}{t}$$

Keterangan :

- GR : Laju pertumbuhan harian (g/hari)
 W_t : Bobot rata-rata ikan pada hari ke-t (g)
 W₀ : Bobot rata-rata ikan pada hari ke-0 (g)
 t : Waktu pemeliharaan (hari)

c. Biomasa

Pertumbuhan biomassa akhir adalah selisih antara bobot basah pada akhir penelitian dengan bobot basah pada awal penelitian.

Menurut Effendi (2004) rumus mencari biomassa adalah:

$$\Delta W = W_t - W_0$$

Keterangan :

- W = Biomassa (gram)
 W_t = Biomassa pada akhir penelitian (gram)
 W₀ = Biomassa pada awal penelitian (gram)

d. Kualitas air diamati setiap 3 hari sekali pada pagi dan sore hari

yaitu pukul 06.00 dan 17.00 sebelum pakan diberikan yang meliputi:

1. pH diukur dengan menggunakan pH meter elektrik,
2. Suhu diukur dengan menggunakan thermometer air,

3. *Dissolved Oxygen* (DO) diukur menggunakan DO meter elektrik.

f. Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan analisis ragam (Anara) sesuai dengan rancangan penelitian yang dilakukan yaitu rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan dua variabel. Jika terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan lalu dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf $\alpha = 5\%$ menggunakan program SPSS 19.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan :

1. Variasi dosis ekstrak steroid teripang pasir (*Holothuria scabra*) berpengaruh dalam meningkatkan pembentukan individu jantan juvenil lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) dengan persentase tertinggi sebesar 79,86 % pada dosis 2 mg/L sedangkan lama perendaman tidak berpengaruh.
2. Interaksi antara lama perendaman dan variasi dosis ekstrak steroid teripang pasir (*Holothuria scabra*) tidak berpengaruh dalam pembentukan individu jantan juvenil lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*).

B. Saran

1. Ekstrak steroid teripang pasir (*Holothuria scabra*) dengan dosis 2 mg/L dapat digunakan oleh para pembudidaya sebagai alternatif untuk pembalikan kelamin (*sex reversal*) pada lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*).
2. Perlu adanya penelitian bagaimana cara mendapatkan ekstrak murni teripang pasir yang spesifik untuk dimanfaatkan dalam meningkatkan jumlah lobster air tawar jantan.
3. Untuk menghasilkan juvenil lobster air tawar jantan perlu dilakukan penelitian dengan metode lain, salah satunya yaitu dengan cara perendaman ekstrak steroid teripang pasir (*Holothuria scabra*) pada induknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro S. 1992. Efek osmotik berbagai tingkat salinitas media terhadap daya tetas telur dan vitalitas larva udang windu, *Penaeus monodon* F. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Antiporda, J.L. 1986. Preliminary Studies on the Effects of Methyltestosterone on *Macrobrachium rosenbergii* Juveniles. Research Conducted Under the FAO/NACA Secondment for Young Scientist Program Bangkok, Thailand.
- Arisandi, A. 2007. Efektifitas Ekstrak Steroid Teripang Untuk Memanipulasi Kelamin Udang Galah. *Thesis*. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Ayuningtyas. 2005. Alih kelamin jantan ikan nila menggunakan 17 metilttestosteron melalui pakan dan peningkatan suhu. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 14: 159–163.
- Barki A, Karplus I, Khalaila I, Manor R, Sagi A. 2003. Male-like behavioral patterns and physiological alterations induced by androgenic gland implantation in female crayfish. *The Journal of Experimental Biology* 206: 1791-1797.
- Carman O, Sastrawibawa S, dan Alimudin. 1998. Peningkatan kualitas genetik melalui produksi jantan super pada ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) secara masal dalam rangka peningkatan efisiensi produksi [Laporan Riset Unggulan Terpadu IV]. Jakarta Kantor Memeri Negara Riset dan Teknologi, Dewan Riset Nasional.
- Contreras-Sanchez dan Fitzpatrick, 2001. Variation in short -term survival of cultured Sandfish (*Holothuria scabra*) released in mangrove-seagrass and coral reef flat habitats in Solomon Islands. 220 : 493-504.
- Craig CR.and Stitzel R,E. 1997. *Modern Pharmacology with Clinical Application*. Boston. Little Brown and Company

- Dewi, K.H. 2008. Kajian Ekstraksi Steroid Teripang Pasir (*Holothuria scabra*) sebagai Sumber Testosteron Alami. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Donaldson ED, Benfey TJ. 1987. Current status of induced sex manipulation. Di dalam : Reproductive physiology of fish. Proceeding of Third International Symposium. St. John's, Newfoundland, p. 108-119.
- Donaldson, E.M, Fuglerlund. U.H.M. High. D.A and Bride J.R, 1978. Hormonal Enhancement of Growth in W.S. Hoar, D.J. Randall and J.R. Breet (eds). Fish Physiology Vol. VII. Academic Press. New York. 456-597
- Dorfman RI dan Ungar F. 1965. *Metabolism of steroid hormon*. Academic Press. New York.
- Dunham, R.A. 2004. *Aquaculture and Fisheries Biotechnology: Genetic Approaches*. Department of Fisheries and Applied Aquacultures. CABI Publishing. Auburn University Alabama. USA.
- Effendi, H. 2000. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengembangan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Bogor. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB.
- Effendi, M.I. 2004. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta
- Emilda. 2008. Pemanfaatan ekstrak steroid dari jeroan teripang sebagai bahan aktif dalam sex reversal pada ikan gapi. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fowler and Leonard 1999. Effect of high temperature on survival, growth, and feed conversion ratio of nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Our Nature* 8: 219-224.
- Fulierton DS. 1980. Steroid dan senyawa terapeutik sejenis. Buku teks Wilson dan Gisvold. Kimia farmasi dan medicinal organik. Editor: Doerge RF. Edisi VIII, bagian II. J.B. Lippincott Company. Philadelphia-Toronto. USA. Hal. 675-754.
- Ganong GF. 1995. Review of medical physiology. Penerjemah: P Ardianto, J Oswari (Ed). Jakarta

- Guerrero. 1975. Use of androgens for the production of all male *Tilapia aurea* (Steindachner). Reprinted from transaction of the American fisherie society. Vol 104. p 342-348
- Hadie, L. 2001. Efektivitas Hormon -Metiltestosteron terhadap Nisbah Kelamin Larva Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*). Prosiding Workshop Hasil Penelitian Budidaya Udang Galah. 26 Juli 2001. Jakarta
- Hadley, 2000, 'Endocrinology Fifth Edition', New York: Prentice Hall International Inc, New Jersey xxii = 585 hlm
- Handajani, H. 2006. Pengujian Hormon Metiltestosteron Terhadap Keberhasilan Monosex Jantan Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*). Jurnal *Protein Fakultas Peternakan-Perikanan UMM*, Vol. 13 No. 1 Malang.
- Hedgecock. 1992. Sex-ration and sex-determination in progeny from crosses of surgically sex-reversed freshwater prawn, *Macrobrachium rosembergii*. *Aquaculture* 105 : 201-218.
- Hickman, C. P. L. S, Roberts. dan A. Larson 2003. Animal Diversity : Third Edition. The McGraw-Hill Companies. New York. America
- Holdich DM and Lowery RS. 1988. Freshwater crayfish: biology management, and exploitation. London: Croom Helms
- Huberman A. 2000. Shrimp Endocrinology. A review. *Aquaculture*. 191:191-208.
- Hunter GA, Donaldson EM. 1983. Hormonal sex control and its application to fishculture. Di dalam : Hoar WS, Randall DJ, Donaldson EM, editor. *Fish Physiology*. Vol. IX B. New York: Academic Press. p 223-291.
- Iskandar. 2003. Budidaya Lobster Air Tawar. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 4:1-4.
- Jones, C.M. 1995. Production of juvenile redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens) (Decapoda, Parastacidae). I. Development of hatchery and nursery procedures. *Aquaculture* 138: 221-238.
- Kuhl AJ dan M Brouwer. 2005. Antiestrogen inhibit xenoestrogen-induced brain aromatase activity but do not preven xenoestrogen-induced feminization in Japanese Medaka (*Oryzias latipes*). *Environmental Health Perspectives* Vol.114/4.

- Kurniawan, T, R. Hartono. 2009. Pembesaran Lobster Air Tawar Secara Cepat. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Kusmini II, LE Hadie, N Rukminasari. 2001. Pengaruh dosis hormon 17 - metiltetosteron dalam pakan terhadap peningkatan proporsi kelamin jantan udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*). Prosiding workshop hasil penelitian budidaya udang galah. Jakarta 16 Juli 2001. Hal 103-106.
- Kustiariyah. 2006. Isolasi dan Uji Aktivitas Biologis senyawa Steroid dari Teripang Sebagai Aprodisiaka Alami. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Laufer H and Landau M. 1991. Endocrine control of reproduction in shrimp and other crustacea. Frontiers of shrimp research. Edited by: DeLoach PF, Dougherty WJ, Davidson MA. Elsevier. USA. Pp. 65-81.
- Law, A.T., Wong, Y.H., and Munafi, A.B.A. 2006. Effect of Hydrogen Ion on *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) Egg Hatchability in Brackish Water. *Aquaculture* 214 : 247 – 251.
- Ling SW. 1967. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). FAO World Sci. Conf. on the Biol. and culture of Shrimps and Prawn, Mexico City. Pp. 9-21
- Lukito, A, S. Prayugo. 2007. *Panduan Lengkap Lobster Air Tawar*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Mantel KS, Dudgeon D. 2005. Reproduction and sexual dimorphism of the palaemonid shrimp *Macrobrachium hainanense* in Hongkong Streams. *Journal of Crustacean Biology*: Vol.25, No.3, pp. 450-459.
- Masduki, E. (2010). *Sex Reversal*. SUPM Negeri Bone. Sulawesi Selatan.
- Massenreng. 2007. Pengaruh suhu dan dosis aromatase inhibitor (imidazol) terhadap seks reversal pada ikan lele (*Clarias* sp). Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Meade, M. E. Doeller, J. E. Krauss, D. W dan Watts, S. A. 2002. Effects of Temperature and Salinity on Weight Gain, Oxygen Consumption Rate, and Growth Efficiency in Juvenile Red-Claw Crayfish *Cherax quadricarinatus*. University of Alabama at Birmingham Department of Biology USA.
- Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwel VW. 2003. Biokimia Harper. Edisi 25. Penerjemah : Hartono, A. Judul Asli : Harper's Biochemistry. 25/E. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. 883 hal.
- Nagy A, Bercsenyi M, Csanyi V. 1981. Sex reversal in carp. (*Cyprinus carpio*) by oral administration of methyltestosterone. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 38 : 725-728.
- Nagamine C, Knight AW, Maggenti A, Paxman G. 1980a. Effects of androgenic gland ablation on male primary and secondary sexual characteristics in the Malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) with first evidence of induced feminization in a non-hermaphroditic decapod. Gen. Comp. Endocrinol. 41:423–441.
- Nagamine C, Knight AW, Maggenti A, Paxman G. 1980b. Masculinization of female *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) (Decapoda, Palaemonidae) by androgenic gland implantation. Gen Comp Endocrinol 41: 442-457
- Nakamura M, Kabayashi T, Chang XT, Nagahama Y. 1998. Gonadal sex differentiation in teleost fish. The Journal of Experimental Zoology 281: 362-372.
- Nurjanah S. 2008. Identifikasi steroid teripang pasir (*Holothuria scabra*) dan bioassay produk teripang sebagai sumber apodisiak alami dalam upaya peningkatan nilai tambah teripang. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Odum, E. P. 1998. Dasar-Dasar Ekologi. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta
- Perez-Sanchez, J. 2000. The Involvement of Growth Hormone in Growth Regulation, Energy Homeostasis and Immune Function in the Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*): a Short Review. Fish Physiology and Biochemistry. 22:135-144.

- Piera SS, Weatherby TM, Dunlap MF, Arakaki KL, Zacarias DT, Malecha SR. 2000. Developmental changes in structure and polypeptide profile of the androgenic gland of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture International*. Vol 8(4):327-334
- Pitennen 2001. *Regulation of Vitellogenesis in Penaeid Shrimp*. *Frontiers of shrimp research*. Edited by: DeLoach, P. F, Dougherty, W.J, Davidson, M.A. Elsevier. USA. Pp. 125 – 140.
- Piferrer, F. 2001. Endocrine Sex Control Strategies For Feminization Of Teleosts Fish. *Aquaculture*. 197: 229 – 281.
- Piferrer F, S Januy, M Carillo, I Solar, RH Devlin, and EM Donaldson. 1994. Brief treatment with an aromatase inhibitor during sex differentiation causes female salmon to develop as normal functional males. *Journal of Experimental Zoology* 270 : 255-262.
- Rahman K., Made A., Sukarno., dan Tutik W. 2001 *Karakteristik Konsentrat Protein Teripang Pasir (Holothuria Scabra J.) Dengan Bahan Pengekstrak Aseton*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 16,1 90-102
- Riani, Ety, Syamsu dan Kaseno. 2008. *Pemanfaatan Steroid Teripang Sebagai Aprodisiaka Alami dan untuk Pegembangan Budidaya Perikanan*. Laporan Eksekutif Hibah Penelitian Pascasarjana HPTP. ITB.
- Riani E, Syamsu K, Kaseno, Nurjanah S, Kurnia. 2005. Pemanfaatan steroid teripang sebagai aprodisiaka alami. Laporan Hibah Penelitian Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor
- Romimohtarto, K, S. Juwana. 2005. *Biologi Laut : Ilmu Pengetahuan tentang Biota Laut*. Djembatan. Jakarta
- Rougeot, C., Jacobs, B., Kestemont, P., and Melard, C. 2002. Sex Control and Sex Determinism Study in Eurasian Perch *Perca fluviatilis*, by Use of Hormonally Sex-Reversed Male Breeders. *Aquaculture* 211: 81 – 89
- Rouse, D. B. 1997. *Production of Australian Red Claw Crayfish*. Auburn University. Alabama. USA

- Ruliaty, L, M. Mardjono dan R. Prastowo. 2010. Maskulinisasi Benih Rajungan Dengan Perendaman Hormon 17 β -Metiltestosteron Sebagai Upaya Untuk Peningkatan Produktivitas. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara, Jepara.
- Rusyani, E.N., Dwiyantri, & Erawati, L. 2003. Biologi Teripang Pasir. Balai Budidaya Laut, Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Departemen Kelautan dan Perikanan. Bandar Lampung, hlm. 3-6.
- Sagi A, Cohen D, Milner Y. 2002. Effect of androgenic gland ablation on morphotypic differentiation and sexual characteristics of male freshwaterprawns, *Macrobrachium rosenbergii*. Gen.Comp. Endocrinol. 77:15-22.
- Sarida, M. 2008. *Efektifitas Ekstrak Steroid Teripang Pasir (Holothuria scabra) Dalam Produksi Udang Galah (Macrobrachium rosenbergii De Man)* Jantan. Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi-II Universitas Lampung, 17-18 November 2008.
- Setiawan, 2006. Teknik Pembenuhan Dan Cara Cepat Pembesaran Lobster Air Tawar. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Setyohadi, D., Wiadnya, G.D.R., dan Soemarno. 2001. Pengaruh Aerasi dan Resirkulasi Bio – Filter Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Udang Galah, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Biosain*, Vol.1, No. 1, April 2001. Hal. 39 – 46.
- Sianipar. 2004. Sex differentiation and hormonal feminization in pejerrey (*Odontesthes bonriensis*). *Aquaculture* 139:31-45.
- Siswandono dan Soekardjo B. 1995. Kimia medisinal. Airlangga University Press. Surabaya.
- Sinjal, Hengky. 2008. Pengaruh Hormon 17 β -Metil Testosteron Terhadap Perubahan Kelamin Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Jurusan Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Sam Ratulangi. Manado
- Sower SA, Dickhoff WW, Flagg TA, Michall JL, Mahnken CVW. 1984. Effect of estradiol and diethylestilbesterol on sex reversal and mortality in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 43 : 75 - 81.

- Sukmajaya, Y dan Suharjo. 2003. Mengenal lebih Dekat Lobster Air Tawar, Komoditas Perikanan Prospektif. Agromedia Pustaka Utama. Sukabumi.
- Sumantadinata, K dan Carman, O. 1995. *Teknologi Ginogenesis dan Seks Reversal dalam Pemuliaan Ikan*. Buletin Ilmiah Gukuryoju, Volume I. Hal.11-18.
- Susanto, N. 2008. Prospek Pengembangan Berbagai Jenis Lobster Air Tawar Sebagai Biota Akuakultur di Indonesia. Universitas Lampung. Lampung.
- Susanto dan Supono, 2012. *Efektifitas Penggunaan Ekstrak Steroid Teripang Dalam Sex Reversal Menuju Produksi Massal Lobster Air Tawar (Cherax quadricarinatus)*. Laporan Akhir Penelitian Hibah Bersaing 2011-2012, Kemendiknas.
- Susilowati T. 1996. Pengaruh ekstrak hipotalamus sapi terhadap induksi ovulasi udang galah (*Macrobrachium rosenbergii* de Man). Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Triajie H. 2008. *Efektifitas ekstrak teripang pasir yang telah diformulasikan terhadap maskulinisasi udang galah (Macrobrachium rosenbergii)* (tesis). Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Turner CD, Bagnara JT. 1988. Endokrinologi umum. Penerjemah : Harsojo. Judul Asli: General Endocrinology. 1976. Airlangga University Press. Yogyakarta.746 hal.
- Utomo, D.S.C. 2010. Produksi dan Uji Protein Bioaktivitas Protein Rekombinan Hormon Pertumbuhan Ikan Mas. Sekolah Pasca Sarjana IPB. Bogor. 45 hal
- Wickins, J and DOC, Lee. 2002. Crustacean Farming Ranching and Culture. 2ⁿ Edition. Blackwell Science. London
- Widha, W. 2003. Beberapa Aspek Biologi Reproduksi Lobster Air Tawar Jenis Red Claw (*Cherax quadricarinatus* Von Martens; Crustacea; Parastacidae). Institut Pertanian Bogor. Bogor

- Wie, L. C. 2006. *Pembenihan Lobster Air Tawar : Meraup Untung Dari Lahan Sempit*. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Wiyanto, R. R, Hartono. 2003. *Merawat Lobster Hias di Aquarium*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Yamazaki F, 1983. Sex control and manipulation in fish. *Aquaculture* 33 : 329-354.
- Yatim W. 1986. *Genetika*. Tarsito. Bandung. 97 hal.
- Yoshikawa H, M Oguri. 1981. Ovarion differentiation in medaka, *Orizias laipes*, with special reference to the gradient of the diferrentiation. *Bulletin of the japanase society of scientific fisheries*. 47 : 43-50
- Zairin, M. 2004. *Seks Reversal Memproduksi Benih Ikan Jantan Atau Betina*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Zonneveld, N. E. A. Huisman, dan J. H. Boon. 1991. *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan*. Gramedia, Jakarta. 318 hal