

**EFEKTIVITAS MASKULINISASI LARVA IKAN LELE SANGKURIANG
(*Clarias gariepinus*) MELALUI PERBEDAAN LAMA PERENDAMAN
EKSTRAK METANOL GONAD BULU BABI (*Diadema setosum*)**

**Oleh
Anisa Danyatul Afifa
2227021011**



**PROGRAM MAGISTER BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS MASKULINISASI LARVA IKAN LELE SANGKURIANG (*Clarias gariepinus*) MELALUI PERBEDAAN LAMA PERENDAMAN EKSTRAK METANOL GONAD BULU BABI (*Diadema setosum*)

**Oleh
ANISA DANYATUL AFIFA**

Dalam budidaya ikan jenis kelamin merupakan salah satu aspek penting dalam produktifitas. Pada ikan lele, diketahui ukuran individu jantan lebih besar dan laju pertumbuhannya relatif lebih cepat dibanding betina. Selain itu, pada proses pemijahan secara buatan pada ikan lele, mengharuskan mematikan ikan lele jantan karena tidak dapat dilakukan stripping dimana hal ini menyebabkan ketersediaan ikan lele jantan semakin lama berkurang, sedangkan untuk ketersediaan ikan lele jantan sangat penting dalam keberlanjutan budidaya ikan. Proses pengarahkan kelamin pada ikan lele dapat dilakukan dengan memberikan rangsangan hormon ketika ikan masih larva atau pada saat ikan belum terdiferensiasi secara seksual untuk menjadi jantan atau betina. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui efektivitas perendaman ekstrak gonad bulu babi dalam menjangankan ikan lele sangkuriang. Metode ini dilakukan dengan harapan hormon akan berdifusi masuk dan bekerja secara efektif dalam sistem transportasi dan osmoregulasi ikan. Gonad bulu babi dipilih pada penelitian ini karena memiliki kandungan bahan aktif seperti steroid, asam lemak, dan saponin yang cukup tinggi. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4 perlakuan dan 5 kali ulangan, dengan perlakuan lama perendaman 0 jam (kontrol), 12, 18, dan 24 jam pada dosis 4 mg/L. Data dianalisis menggunakan software SPSS 16 dengan analisis ragam (*One Way Anova*) dan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf kepercayaan 95%. Lama perendaman ekstrak bulu babi berpengaruh terhadap pembentukan jantan yang dihasilkan. Pada perendaman 24 jam menunjukkan hasil rata-rata tertinggi sebesar 79% dibandingkan kelompok kontrol 19%, perendaman 12 jam 57% dan 18 jam sebesar 56%. Hasil uji ANOVA menunjukkan perlakuan perendaman tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat kelulushidupan lele sangkuriang.

Kata kunci: Bulu babi; Fenotip; Lele sangkuriang; Maskulinisasi.

ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF MASCULINIZATION OF SANGKURIANG CATFISH LARVAE (*Clarias gariepinus*) THROUGH DIFFERENT SOAKING DURATIONS IN METHANOL EXTRACT OF SEA URCHIN GONAD (*Diadema setosum*)

By

ANISA DANYATUL AFIFA

In fish farming, gender is one of the important aspects of productivity. In catfish, it is known that the size of male individuals is larger and their growth rate is relatively faster than females. In addition, in the artificial spawning process in catfish, it is necessary to kill male catfish because stripping cannot be done, this causes the availability of male catfish to decrease over time, while the availability of male catfish is very important in the sustainability of fish farming. The process of sex direction in catfish can be done by providing hormonal stimulation when the fish are still larvae or when the fish have not yet sexually differentiated into males or females. The purpose of this study was to determine the effectiveness of soaking sea urchin gonad extract in male sangkuriang catfish. This method is carried out with the hope that hormones will diffuse in and work effectively in the fish's transportation and osmoregulation systems. Sea urchin gonads were chosen in this study because they have a fairly high content of active ingredients such as steroids, fatty acids, and saponins. The research method used was a Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments and 5 replications, with soaking time treatments of 0 hours (control), 12, 18, and 24 hours at a dose of 4 mg/L. Data were analyzed using SPSS 16 software with analysis of variance (One Way Anova) and the Least Significant Difference Test (LSD) with a confidence level of 95%. The soaking time of the sea urchin extract affected the formation of the resulting males. The 24-hour soaking showed the highest average result of 79% compared to the control group of 19%, 12-hour soaking 57% and 18 hours of 56%. The results of the ANOVA test showed that the soaking treatment did not have a significant effect on the survival rate of the sangkuriang catfish.

Keyword: *Masculinization; Phenotype; Sangkuriang catfish; Sea urchin.*

**EFEKTIVITAS MASKULINISASI LARVA IKAN LELE SANGKURIANG
(*Clarias gariepinus*) MELALUI PERBEDAAN LAMA PERENDAMAN
EKSTRAK METANOL GONAD BULU BABI (*Diadema setosum*)**

Oleh

ANISA DANYATUL AFIFA

Tesis

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

Pada

**Program Studi Magister Biologi
Pascasarjana Universitas Lampung**



**PROGRAM MAGISTER BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

Judul Tesis : **EFEKTIVITAS MASKULINISASI LARVA IKAN LELE SANGKURIANG (*Clarias gariepinus*) MELALUI PERBEDAAN LAMA PERENDAMAN EKSTRAK METANOL GONAD BULU BABI (*Diadema setosum*)**

Nama Mahasiswa : **Anisa Danyatul Afifa**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2227021011**

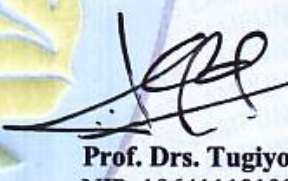
Program Studi : **Magister Biologi**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing,


Prof. Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc.
NIP. 196103111988031001


Prof. Drs. Tugiyono, Ph.D.
NIP. 196411191990031001

**2. Ketua Program Studi Magister Biologi
Universitas Lampung**


Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc.
NIP. 196603051991032001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

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

Sekretaris

: Prof. Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D.

Penguji

Bukan Pembimbing I

: Prof. Dr. Sutyarso, M.Biomed.

Bukan Pembimbing 2

: Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc.

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.

NIP. 197110012005011002

Direktur Program Pascasarjana

Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si

NIP. 196403261989021001

4. Tanggal Lulus Ujian : 18 Juni 2025

PERNYATAAN

Menyatakan bahwa tesis berjudul **“EFEKTIVITAS MASKULINISASI LARVA IKAN LELE SANGKURIANG (*Clarias gariepinus*) MELALUI PERBEDAAN LAMA PERENDAMAN EKSTRAK METANOL GONAD BULU BABI (*Diadema setosum*)”** merupakan karya tulis saya seutuhnya.

Seluruh isi tesis ini telah disusun dengan mengikuti ketentuan penulisan ilmiah yang berlaku di Universitas Lampung. Saya menegaskan bahwa karya ini bukanlah hasil dari penjiplakan atau karya orang lain. Saya juga bersedia menerima sanksi yang berlaku, termasuk pencabutan gelar, jika di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini tidak sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 9 Juli 2025
Yang membuat pernyataan



Anisa Danyatul Afifa
NPM. 2227021011

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di RS Surya Asih Pringsewu pada tanggal 27 Juni 1999 sebagai anak terakhir dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Budi Santoso dan Ibu Prehtiwi Hestin Murtiati. Penulis menempuh pendidikan di Taman kanak-kanak Pertiwi Gadingrejo tahun 2004 – 2005. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan dasar di SDN 7 Gadingrejo tahun 2005 – 2011. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di SMPIT Nurul Iman Purworejo tahun 2011 – 2014. Dan penulis melanjutkan ke jenjang pendidikan selanjutnya di SMAN 2 Gadingrejo pada tahun 2014 – 2017.

Pada tahun 2017 penulis resmi terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Penulis menyelesaikan pendidikan pada perguruan tinggi dan meraih gelar Sarjana Sains pada tahun 2021. Selama menjadi mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA Unila, penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO FMIPA Unila) dan Badan Eksekutif Mahasiswa pada tahun 2018-2019. Saat menempuh Pendidikan sarjana di Biologi Unila, penulis berhasil menerbitkan jurnal internasional dengan rank Q2 yang berjudul “***Plankton Diversity and its Heavy Metal Content in Ratai Bay of Pesawaran District, Lampung, Indonesia***”. Selanjutnya penulis melanjutkan studi pada Program Studi Magister Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung pada tahun 2022.

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur dan kerendahan hati, karya sederhana ini kupersembahkan sebagai wujud nyata dari perjalanan panjang yang penuh tantangan, doa, air mata, dan harapan. Tesis ini kupersembahkan kepada:

Ya Allah Subhanahu wa Ta'ala,

Pemilik segala ilmu dan kekuatan. Atas izin-Mu, setiap langkah yang tampak mustahil menjadi mungkin. Ketika aku hampir menyerah, Engkau hadir melalui cara yang tak pernah kusangka. Terima kasih atas segala nikmat, ujian, dan pertolongan yang tiada henti. Semoga ilmu ini menjadi amal jariyah yang mendekatkanku kepada ridha-Mu.

Kedua orang tuaku tercinta,

Ayahanda Budi Santoso dan Ibunda Prehtiwi Hestin Murtiati, pahlawan hidupku.

Terima kasih atas cinta, doa yang tak pernah putus, dan pengorbanan yang tak terhitung. Dalam diam kalian berjuang, dalam doa kalian menyebut namaku. Setiap tetes peluh dan air mata kalian adalah semangat terbesar bagiku untuk terus melangkah. Tesis ini adalah bukti kecil dari besarnya cinta dan dukungan kalian.

Para dosen dan pembimbing yang mulia,

Terima kasih atas ilmu, bimbingan, kesabaran, dan motivasi yang kalian berikan.

Setiap nasihat dan arahan kalian adalah cahaya penuntun dalam gelapnya kebingungan. Semoga Allah membalas kebaikan kalian dengan pahala yang berlipat ganda.

Saudara-saudaraku, sahabat, dan teman-teman seperjuangan Magister Biologi 2022,

Yang selalu hadir di kala suka maupun duka, yang tak lelah mendengarkan keluhan-kesah, yang memberi tawa di tengah letih, dan menjadi saksi betapa tak mudahnya perjalanan ini. Kalian adalah bagian dari cerita hebat yang tak akan pernah kulupakan.

Almamater "Program Studi Magister Biologi, FMIPA, Universitas Lampung"

Untuk diriku sendiri,

Dan terakhir, Terima kasih telah bertahan, meski kadang ingin menyerah. Terima kasih telah tetap berdiri, bahkan saat runtuh. Semoga lelah ini tak sia-sia, dan menjadi bukti bahwa aku pernah berjuang sepenuh jiwa.

Tanpa mereka karya ini tidak akan tercipta

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(**QS. Al-Insyirah: 6**).

“Jangan pernah berhenti berharap, karena harapan itu bentuk keimanan. Dan jangan pernah berputus asa, karena rahmat Allah lebih luas dari apapun kesalahan dan kegagalan yang kau alami”

(**QS. Az-Zumar: 53**)

“Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar”

(**Q.S. Ar-Rum: 60**)

“Apapun yang menjadi takdirmu tidak akan melewatkanmu”

- Ali bin Abi Thalib

“Hidup bukanlah tentang siapa yang paling cepat sampai, tapi siapa yang paling sabar bertahan di jalan yang panjang. Allah melihat setiap tetes air mata, setiap langkah yang kau ambil walau tertatih. Maka, teruskan perjuanganmu. Sebab, Allah mencintai orang-orang yang berserah diri dan tak berhenti berusaha.”

SANWACANA

Alhamdulillahirabbilalaamiin.

Penulis panjatkan rasa syukur kepada Alla SWT, atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul **“EFEKTIVITAS MASKULINISASI LARVA IKAN LELE SANGKURIANG (*Clarias gariepinus*) MELALUI PERBEDAAN LAMA PERENDAMAN EKSTRAK METANOL GONAD BULU BABI (*Diadema setosum*)”**.

Tesis ini adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Magister Biologi di Universitas Lampung. Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan tesis ini. Namun dengan bantuan Allah SWT dan berbagai pihak yang terlibat selama penulisan tesis ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk, dan saran baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan jalan kemudahan, kekuatan dan keberkahan yang luar biasa kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penulisan tesis ini dengan baik.
2. Ayah dan ibu tercinta, Bapak Budi Santoso dan Ibu Prehtiwi Hestin Murtiati yang telah mendidik serta membesarkan penulis dengan penuh kasih sayang, atas segala doa, dukungan, motivasi dan nasehat dari segi moral, spiritual, maupun materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.
3. Bapak Prof. Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc., selaku pembimbing utama atas kesediaannya untuk meluangkan waktu dan pikiran dalam

- membimbing, memberikan ide, saran dan kritik pada penulis dari awal perencanaan penelitian sampai penyelesaian penyusunan tesis ini;
4. Bapak Prof. Dr. Tugiyono, M.Si., Ph.D., selaku pembimbing kedua atas kesediaannya untuk meluangkan waktu dan pikiran dalam membimbing, memberikan ide, saran dan kritik pada penulis dari awal perencanaan penelitian sampai penyelesaian penyusunan tesis ini;
 5. Bapak Prof. Dr. Sutyarso, M.Biomed., selaku pembahas utama, terimakasih atas masukan, saran, dan nasihat yang membantu penulis dalam penyelesaian tesis ini menjadi lebih baik;
 6. Ibu Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc., selaku pembahas kedua, terimakasih atas masukan, saran, dan nasihat yang membantu penulis dalam penyelesaian tesis ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik;
 7. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., ASEAN Eng. selaku Rektor Universitas Lampung;
 8. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si. selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung;
 9. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.;
 10. Ibu Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc. selaku Ketua Prodi Magister Biologi;
 11. Bapak Dr. Jani Master, M. Si. selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung;
 12. Seluruh Bapak dan Ibu dosen serta staff administrasi Pascasarjana Universitas Lampung yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Tanpa mengurangi rasa hormat penulis, terimakasih atas ilmu pengetahuan dan segala bantuan yang telah diberikan pada penulis selama menempuh pendidikan hingga selesainya tesis ini;
 13. Sahabat tersayang Mu'minatul Istiqomah S. Hut., Fatimah Alhafidzoh S.Si., M.Si., Clarisa Ismi Faradhila A.Md.Kb.N., Anggun Legi Pratiwi S.Si., dan Ferdi Alkindi S.Kes., Ftr. yang memberikan warna, tawa, semangat, dan kekuatan serta menjadi tempat mendengar saat berkeluh kesah dan pemberi dukungan terbaik bagi penulis;

14. Keluarga besar Magister Biologi 2022; atas bantuan dan kerjasama selama perkuliahan, semangat, dukungan serta kenangan indah selama masa studi, terimakasih kepada Innas Salwa Adila yang menemani perjuangan penelitian ini dari awal sampai akhir, dan Melly Triana Eryesma Anwar yang senantiasa menemani dan menyemangati penulis selama proses penyelesaian studi;

Semoga Allah SWT senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan sehingga besar harapan penulis semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis, pembaca, dan bagi pengembangan ilmu pengetahuan, Aamiin.

Bandar Lampung, 9 Juli 2025

Anisa Danyatul Afifa

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
DAFTAR ISI.....	v
 I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat Penelitian	4
1.4 Kerangka Pemikiran.....	4
1.5 Hipotesis	5
 II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Klasifikasi Ikan Lele Sangkuriang.....	6
2.1.1 Klasifikasi Ikan Lele Sangkuriang	6
2.1.2 Morfologi Ikan Lele Sangkuriang	6
2.1.3 Habitat dan Kebiasaan Hidup.....	9
2.1.4 Reproduksi Lele	9
2.1.5 Siklus Hidup dan Perkembangbiakan	10
2.2 Bulu Babi	11
2.2.1 Klasifikasi Bulu Babi	11
2.2.2 Morfologi Bulu Babi	11
2.2.3 Habitat Bulu Babi.....	12
2.2.4 Reproduksi Bulu Babi	13
2.2.5 Kandungan Biokimia pada Bulu Babi.....	14

2.3 Hormon Steroid.....	15
2.4 Makulinisasi	16
III. METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat.....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.3 Rancangan Penelitian.....	19
3.4 Variabel Penelitian.....	19
3.5 Prosedur Penelitian	20
3.5.1 Pembuatan Ekstrak Gonad Bulu Babi.....	20
3.5.2 Persiapan Wadan Pemeliharaan dan Air	20
3.5.3 Persiapan dan Aklimatisasi Hewan Uji	20
3.5.4 Seleksi Larva Ikan Lele.....	21
3.5.5Perlakuan	21
3.5.5 Pemeliharaan Hewan Uji.....	21
3.6 Analisis Data	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Pembentukan Lele Jantan dan Betina	23
4.2 <i>Survival Rate</i>	28
4.3 Kualitas Air Pemeliharaan Larva Ikan Lele.....	32
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA.....	37
LAMPIRAN.....	45

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Balai Pengembangan Akuakultur Air Tawar Sukabumi mengembangkan lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) pada tahun 2012 sebagai komoditas air tawar melalui persilangan silang jantan lele dumbo generasi keenam dengan induk lele dumbo generasi kedua (Ibrahim *et.al.*, 2018). Sejak awal pengembangannya, lele Sangkuriang telah meraih popularitas dan permintaan yang tinggi dari masyarakat luas karena proses budidayanya yang relatif cepat dibandingkan dengan spesies lele lainnya. Hal ini didukung oleh statistik yang menunjukkan bahwa tingginya permintaan dari pasar domestik dan internasional menyebabkan volume produksi lele Sangkuriang meningkat drastis dari 764.797 ton pada tahun 2016 menjadi 1,77 juta ton pada tahun 2017 (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, 2017).

Penggunaan prosedur maskulinisasi merupakan salah satu inisiatif teknis yang dilakukan untuk memaksimalkan hasil produksi ikan lele. Maskulinisasi adalah teknik pembalikan jenis kelamin yang mengubah arah perkembangan jenis kelamin dari feminin menjadi maskulin. Karena ikan betina lebih banyak mencurahkan energinya untuk reproduksi daripada pertumbuhan, dan karena benih ikan lele jantan memiliki keunggulan dibandingkan betina selama perkembangan, seperti pertumbuhan yang lebih cepat dan masa panen yang lebih singkat, maskulinisasi dilakukan untuk menghasilkan benih ikan lele jantan yang unggul. Selain itu, karena stripping tidak memungkinkan, benih ikan lele jantan harus dibunuh selama prosedur pemijahan buatan pada ikan lele. Karena ketersediaan ikan lele jantan sangat penting bagi permintaan

budidaya ikan, hal ini menyebabkan penurunan ketersediaannya secara bertahap (Ibrahim *et al.*, 2018).

Hormon sintetis yang umum digunakan dalam perawatan maskulinisasi adalah 17α -metiltestosteron. Berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan KEP.52/MEN/2014, penggunaan hormon 17α -metiltestosteron telah dibatasi karena merupakan salah satu obat keras yang dapat membahayakan keberlanjutan pangan dan lingkungan (Wahyuningsih *et al.*, 2018). Oleh karena itu, sumber alami yang aman bagi manusia dan hewan harus ditemukan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan pangan. Mangaroet al., (2018) menyatakan bahwa perendaman, penyuntikan, dan pemberian pakan dengan komponen alami merupakan beberapa teknik alternatif yang dapat digunakan untuk maskulinisasi.

Tubuh menyerap hormon steroid bulu babi dengan sangat cepat, dan tidak ada efek samping negatif. Bulu babi (Echinodermata) merupakan salah satu produk perikanan dengan potensi komersial yang substansial. Molekul steroid merupakan salah satu senyawa bioaktif yang terdapat dalam gonad bulu babi (Susanto *et al.*, 2021). Zat ini merupakan sejenis hormon testosteron yang krusial bagi ikan dan krustasea untuk menjadi lebih maskulin. Menurut sejumlah penelitian, bulu babi merupakan biota laut yang rendah lemak dan kaya protein. Karena kandungan steroidnya yang tinggi, bulu babi disebut-sebut memiliki khasiat afrodisiak, mirip dengan teripang, yang termasuk dalam Echinodermata (Susanto *et al.*, 2023).

Pengganti alami yang lebih aman adalah bulu babi. Ekstrak dari cangkang, duri, dan gonad bulu babi mengandung zat aktif dalam famili alkaloid, steroid, triterpenoid, flavonoid, dan saponin, menurut penelitian oleh Akerina *et al.* (2015) dan Susanto *et al.* (2021). Jenis kelamin ikan dapat diubah secara biologis dengan pemberian hormon steroid. Progesteron, estrogen, dan testosteron adalah tiga hormon steroid seksual. Ikan jantan menggunakan testosteron sebagai hormon seksual (Ibrahim, 2001). Pada titik krusial dalam

perkembangan gonad, pemberian zat steroid dapat berdampak jangka panjang pada hipotalamus selama pembentukan fenotipe jantan (Susanto *et al*, 2023).

Karena bulu babi mengandung zat besi (Fe), seng (Zn), dan selenium (Sn), mineral-mineral ini dapat memengaruhi kadar testosteron tubuh (Pringgenies, 2012). Perkembangan testis, tubulus seminiferus, spermatogenesis, steroidogenesis, dan mekanisme hormon androgen, serta interaksinya dengan hormon steroid, merupakan beberapa proses hormonal yang membutuhkan seng dan selenium (Pringgenies, 2012).

Bulu babi merupakan pengganti yang lebih aman untuk perkembangan ikan monoseksual. Bulu babi kaya akan mineral, vitamin A dan B kompleks, serta 28 asam amino dan asam lemak. Selain itu, metabolit sekunder naptokuinon, yang memiliki sifat anti-radikal bebas, juga ditemukan pada bulu babi (Shikov *et al*, 2018).

Lele Sangkuriang belum pernah mengalami metode maskulinisasi yang menggunakan bahan alami seperti ekstrak bulu babi. Untuk meningkatkan produksi lele Sangkuriang, prosedur maskulinisasi dapat digunakan, dengan asumsi bulu babi memiliki kemampuan tersebut. Namun, belum dapat dipastikan apakah maskulinisasi lele Sangkuriang ini benar-benar meningkatkan produksi. Oleh karena itu, diperlukan penelitian tentang maskulinisasi lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) dengan memvariasikan durasi perendaman dalam ekstrak metanol gonad bulu babi (*Diadema setosum*).

1.2 Tujuan Rancangan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh lama perendaman dalam ekstrak gonad bulu babi (*Diadema setosum*) dosis 4 mg/L terhadap pembentukan fenotip jantan larva ikan lele.
2. Menganalisis lama perendaman dalam ekstrak gonad bulu babi (*Diadema setosum*) yang paling efektif pada pembentukan fenotip jantan larva ikan lele.
3. Menganalisis pengaruh lama perendaman terhadap kelulushidupan ikan lele (*Clarias gariepinus*).

1.3 Manfaat Rancangan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi ilmiah mengenai pengarahan kelamin jantan (maskulinisasi) dengan pemanfaatan ekstrak gonad bulu babi dalam pengembangan usaha budidaya ikan lele.

1.4 Kerangka Pemikiran

Jenis kelamin merupakan komponen penting dalam produksi budidaya ikan. Lele jantan diketahui tumbuh lebih besar dan lebih cepat daripada lele betina. Banyak lele jantan dipilih untuk budidaya jenis kelamin tunggal karena kondisi ini. Pemberian stimulasi hormon pada lele saat masih larva atau sebelum berdiferensiasi seksual menjadi jantan atau betina dapat membantu mereka melalui proses orientasi seksual. Ikan ditentukan jenis kelaminnya menggunakan berbagai teknik, termasuk injeksi, perendaman, dan pencampuran dengan pakan. Perendaman dalam ekstrak steroid alami dari gonad bulu babi merupakan teknik yang digunakan dalam penelitian ini. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk memastikan bahwa hormon berdifusi dan berfungsi dengan baik dalam sistem osmoregulasi dan transportasi ikan. Karena konsentrasi steroidnya yang relatif tinggi, gonad bulu babi digunakan untuk penelitian ini. Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan Susanto *et.al* (2021) diketahui beberapa konsentrasi ekstrak bulu babi yang efektif dalam maskulinisasi larva ikan lele diantaranya yaitu menggunakan

konsentrasi 4 mg/L menghasilkan formasi jantan sebesar 84,10% dan *Survival Rate* sebesar hampir 50%. Oleh karena itu dalam penelitian ini menggunakan dosis steroid gonad bulu babi sebesar 4 mg/L dengan variasi lama perendaman berbeda, yaitu 0, 12, 18 dan 24 jam dengan lama perendaman berbeda ditentukan dari beberapa acuan jurnal yang menunjukkan beberapa jam yang efektif dalam metode perendaman ikan untuk *sex reversal* dalam bulu babi, perbedaan ini diharapkan akan menjadi data pembading yang lebih baik dalam meningkatkan persentase pembentukan ikan lele jantan. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas budidaya ikan lele sangkuriang menjadi lebih baik.

1.5 Hipotesis

Adapun hipotesis dari rancangan penelitian ini ialah:

1. Lama perendaman dalam ekstrak gonad bulu babi (*Diadema setosum*) dosis 4 mg/L berpengaruh terhadap pembentukan fenotip jantan larva ikan lele.
2. Lama perendaman selama 12 jam dalam ekstrak gonad bulu babi (*Diadema setosum*) menjadi perendaman yang paling efektif pada pembentukan fenotip jantan larva ikan lele.

II. TINJAUAN PUSTAKA

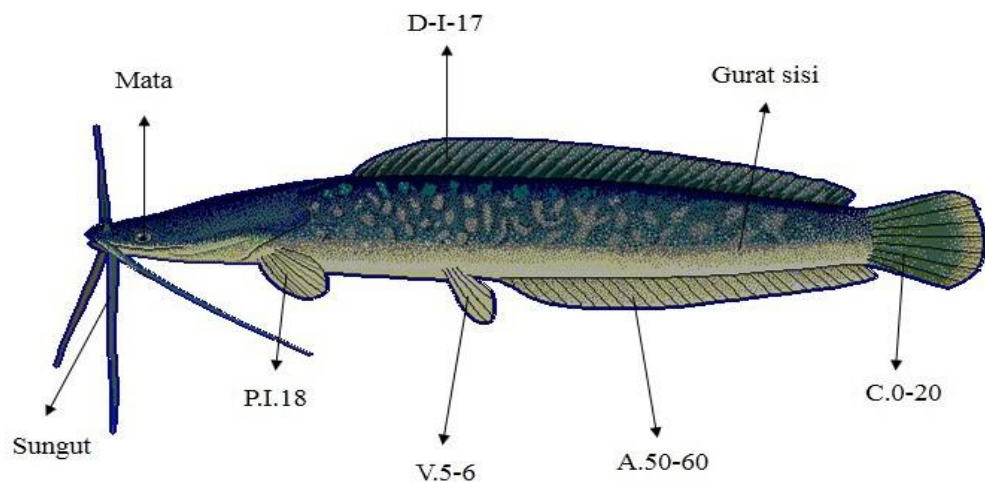
2.1. Lele Sangkuriang

2.1.1 Klasifikasi Ikan Lele Sangkuriang

Klasifikasi Ikan Lele Sangkuriang menurut Kordi dan Ghufroon (2013):

Filum : Chordata
Class : Pisces
Ordo : Siluriformes
Famili : Claridae
Genus : *Clarias*
Spesies : *Clarias gariepinus*

2.1.2 Morfologi Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*)



Gambar 1. Morfologi Ikan Lele (Suyanto, 2007)

Keterangan: D (Dorsal); V (Ventral); C (Caudal)

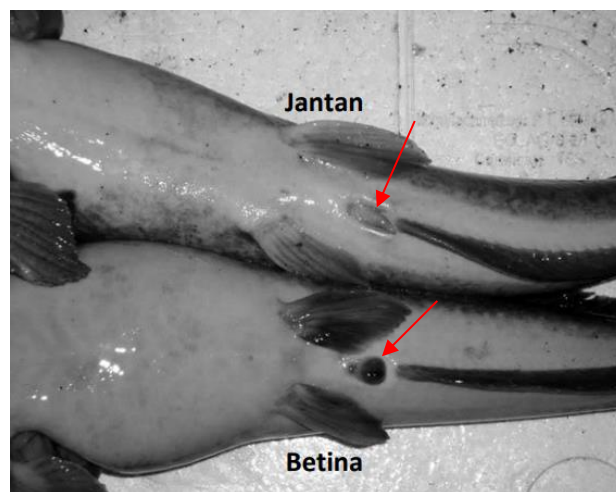
P (Pectoral); A (Anal);

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa Lima sirip lele Sangkuriang terdiri dari sirip tunggal dan berpasangan (ganda). Sirip dada (*pectoral*) dan sirip perut (*ventral*) adalah sirip berpasangan. Sirip punggung (*dorsal*), sirip ekor (*caudal*), dan sirip dubur (*anal*) adalah satu-satunya sirip. Ada empat pasang sungut, satu di antaranya lebih panjang dan lebih besar, dan sirip punggung berjumlah 68–79, sirip dada 9–10, sirip perut 5–6, dan sirip dubur 50–60. Panjang biasanya adalah lima hingga enam kali tinggi badan, dan rasio panjang terhadap panjang kepala yang khas adalah satu banding tiga banding empat. Mata berukuran sekitar $\frac{1}{8}$ panjang kepala. Rahang terhubung ke gigi viliform. Meskipun memiliki penglihatan yang buruk, lele dapat mengenali mangsanya dengan sentuhan dan penciuman berkat dua organ penciuman di dekat sungut hidung. Jari-jari awal sirip dada kasar, bergerigi di kedua sisi, dan cukup kuat. Saat ikan berada di permukaan, jari-jari awalnya yang mengandung bisa berfungsi sebagai senjata dan juga metode penggerak (Rahardjo dkk., 2011).

Lele Sangkuriang sering disebut sebagai ikan berkumis (lele), bertubuh berlendir tanpa sisik, dan bermulut lebih besar, yaitu $\frac{1}{4}$ panjang tubuhnya. Menurut Lukito (2002), lele Sangkuriang dibedakan dengan memiliki empat pasang sungut di mulutnya, yang terdiri dari dua pasang sungut rahang atas dan dua pasang sungut bawah. Sungut bawah memiliki dua fungsi: sebagai sensor pencari makanan dan sebagai alat peraba untuk berenang. Sirip dada, sirip perut, sirip dubur, sirip ekor, dan sirip punggung adalah lima komponen sirip lele Sangkuriang. Sirip dada memiliki sungut yang agak keras yang berguna untuk pertahanan diri (Lukito, 2002).

Kepala datar tanpa sisik, empat pasang sungut yang membesar untuk peraba, dan organ pernapasan tambahan merupakan ciri-ciri ikan lele. Tubuh mereka datar di bagian tengah dan belakang, dengan penampang membulat di bagian depan (Najiyati Sri, 1997).

Zainin (2002) menyatakan bahwa pendekatan morfologi dan metode asetokarmin merupakan dua cara untuk mengidentifikasi jenis kelamin ikan lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*). Efektivitas biaya identifikasi jenis kelamin morfologi berasal dari fakta bahwa ikan uji tidak dibunuh. Untuk ikan yang jelas menunjukkan dimorfisme seksual antara jantan dan betina, pendekatan ini efektif. Mengidentifikasi jenis kelamin ikan juga dimungkinkan dengan melihat ciri-ciri fisik tertentu jika tidak menunjukkan dimorfisme seksual. Hasil pengamatan jenis kelamin ikan lele dumbo pada penelitian oleh Mulia dkk., (2016) secara metode morfologi disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbedaan jenis kelamin ikan lele dumbo jantan dan betina (Mulia dkk., 2016).

Karena tidak melibatkan pembunuhan ikan uji, analisis morfologi merupakan pendekatan yang hemat biaya untuk mengidentifikasi jenis kelamin ikan lele. Ciri-ciri ikan lele betina adalah tubuh yang lebar, alat kelamin oval dengan lubang kemerahan yang agak lebih lebar, dan kulit dada berwarna lebih terang. Ikan lele jantan lebih ramping, dengan kulit dada yang lebih gelap dan alat kelamin yang jauh lebih panjang (Mulia *et al.*, 2016)

2.1.3. Habitat dan Kebiasaan Hidup

Lingkungan air tawar, mulai dari dataran rendah hingga perairan yang agak payau, seringkali menjadi rumah bagi ikan lele. Banyak penduduk lokal di pesisir utara Jawa menggunakan tambak-tambak tua sebagai kolam budidaya ikan lele untuk perairan yang agak payau. Ikan lele biasanya menghuni perairan tawar seperti danau, waduk, rawa, dan sungai dengan arus yang lambat atau tenang. Ikan lele biasanya hidup di lubang-lubang di sepanjang tepi sungai atau kolam karena mereka memilih perairan yang tenang, dangkal, dan terlindung (Mahyuddin 2008).

Ikan lele menyukai area yang gelap, dalam, dan teduh, serta jarang aktif di siang hari (Darseno, 2010). Hal ini disebabkan oleh sifat ikan lele yang nokturnal, yang berarti mereka sering berburu di malam hari. Ikan lele lebih suka menghindari sinar matahari langsung dan berada di tempat teduh di siang hari. Meskipun nafsu makannya lebih kuat di malam hari, ikan lele di kolam yang banyak dibudidayakan mungkin akan terbiasa menerima pelet di pagi atau sore hari.

2.1.4. Reproduksi Lele

Menurut beberapa penelitian, lele Sangkuriang merupakan hasil persilangan lele asli Taiwan dengan lele Afrika (Hardinata, 2012). Pada tahun 1986, sebuah perusahaan swasta memperkenalkan lele Sangkuriang ke Indonesia. Setelah itu, spesies ikan ini berevolusi dan menyebar hampir ke seluruh wilayah Indonesia, dan hingga tahun 2002, lele Sangkuriang tersebar di seluruh penjuru negeri. Papila urogenital, yang terletak di belakang anus, merupakan ciri morfologi yang membedakan lele Sangkuriang jantan dan betina. Karena alat urogenital lele Sangkuriang jantan lebih panjang dan lebih terlihat, jantan harus dibunuh sebelum testisnya dikeluarkan karena sperma dari induk jantan tidak dapat dikeluarkan dengan cara pengurutan (*stripping*) (Wijaya, 2011).

2.1.5. Siklus Hidup dan Perkembangbiakan

Menurut Basahudin (2009), lele Sangkuriang melewati lima fase kehidupan sejak lahir hingga dewasa: telur, pascabenh, burayak, dewasa, dan induk. Tergantung pada lingkungannya, setiap siklus hidup memiliki fase yang berbeda. Bentuk, pembentukan organ, perkembangan, dan penyempurnaan fungsi semuanya terjadi selama masa ini. Ukuran tubuh berubah akibat pertumbuhan ini, termasuk penambahan panjang dan berat.

Lele Sangkuriang melewati lima fase kehidupan dari lahir hingga dewasa: telur, pasca-benh, burayak, dewasa, dan induk. Setiap tahap kehidupan memiliki fase yang berbeda. Biasanya, lele Sangkuriang bertelur bulat, berwarna kuning tua atau agak kecokelatan dengan diameter 1,1 hingga 1,4 mm. Tahap telur, yang berlangsung 30 hingga 36 jam pada suhu 23 hingga 24°C, menetas menjadi burayak atau ikan dengan anggota badan yang baru terbentuk. Diperlukan waktu 48 hingga 72 jam, atau sekitar lima hari, dari burayak hingga tahap pasca-burayak. Karena organ-organnya masih berkembang dan fungsinya belum sepenuhnya berkembang, tahap burayak sangat penting. Burayak menggunakan kantung telur (*yolk egg*) sebagai tempat penyimpanan makanan pada tahap ini. Fase penting berakhir pada saat mereka mencapai tahap burayak. Organ-organ mereka, terutama kebiasaan makan mereka, berfungsi sepenuhnya selain telah tumbuh sepenuhnya, tergantung pada lingkungan sekitarnya. Bentuk, pembentukan organ, perkembangan, dan penyempurnaan fungsi semuanya terjadi selama waktu ini. Ukuran tubuh berubah akibat pertumbuhan ini, termasuk penambahan panjang dan berat (Basahudin, 2009).

Dari burayak hingga ikan berukuran 10-12 cm, periode pasca-burayak dapat berlangsung selama 8-10 minggu. Selama tahap ini, perkembangan sangat dipengaruhi oleh lingkungan, terutama ketersediaan makanan dan air. Burayak akan tumbuh dan berkembang pesat jika diberi cukup makanan dan air bersih, sehingga mencapai kematangan benih sesuai jadwal. Di sisi lain, burayak akan tumbuh subur jika makanan tidak

mencukupi dan kualitas air buruk, sehingga mereka tidak dapat mencapai kematangan sesuai jadwal. Ketersediaan makanan dan kualitas air sangatlah penting (Basahudin, 2009).

2.2 Bulu Babi

2.2.1 Klasifikasi Bulu Babi

Menurut Alwi *et al* (2020) bulu babi memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Phylum : Echinodermata
 Class : Echinoidea
 Ordo : Cidaroidea
 Famili : Diadermatida
 Genus : *Diadema*
 Spesies : *Diadema setosum*

2.2.2 Morfologi Bulu Babi

Spesies yang paling umum dalam filum Echinodermata, bulu babi, dapat ditemukan di laut Indonesia. Bulu babi beraturan dan tidak beraturan adalah dua kelas klasifikasi morfologi bulu babi (Radjab dkk., 2010).

Tubuh berbentuk pentagonal, lima pasang kaki tabung, dan duri panjang yang dapat bergerak merupakan ciri-ciri bulu babi. Bulu babi dapat berjalan di atas pasir dan merayap di permukaan karang berkat kaki tabung dan durinya. Bulu babi memiliki cangkang luar tipis yang terbuat dari lempeng-lempeng yang saling bertautan. Ikan lele, sumber makanan penting di Indonesia, dihasilkan oleh bulu babi *Diadema setosum* (Walker *et al*, 2007).

Suwignyo *et al* (2005) Bulu babi memiliki duri yang panjang dan dapat digerakkan, tubuh bulat atau pipih, dan tidak memiliki anggota badan. Cangkangnya, yang terdiri dari sepuluh lempeng ganda yang dikenal sebagai lempeng ambulakral dan seringkali saling menempel erat, berisi semua organ. Selain itu, kaki tabungnya menonjol melalui lubang-lubang pada lempeng ambulakral.

Duri-duri tersebut melekat pada tonjolan-tonjolan kecil dan membulat di permukaan cangkang. Duri panjang, atau primer, dan duri pendek, atau sekunder, terdapat pada sebagian besar bulu babi. Selain itu, mulut bulu babi, yang terkadang disebut *Aristotle's lantern*, terletak di area oral dan memiliki lima gigi yang kuat dan tajam untuk makan. Sisi aboralnya berisi anus, lubang genital, dan *madreporit*. Sistem pembuluh air (*waste vascular system*) bermuara ke salah satu lempeng vagina terbesar. Sistem ini, yang terlibat dalam mobilitas, makan, bernapas, dan ekskresi, merupakan ciri khas filum Echinodermata. Organ “lentera Aristoteles”, organ seperti rahang yang berfungsi sebagai alat pemotong dan penghancur, terhubung ke membran kulit, yang merupakan rumah bagi sistem peristomi. Selain itu, organ ini dapat memotong cangkang moluska, teritip, dan bulu babi lainnya. (Hasi *et al.*, 2016).

2.2.3 Habitat Bulu Babi

Meskipun spesies tertentu dapat bertahan hidup di kedalaman 0-200 meter, bulu babi biasanya menghuni laut dangkal yang kedalamannya hanya 10 meter. Makhluk ini dapat ditemukan di daerah tropis maupun subtropis. Kemampuan adaptasi lingkungan setiap spesies menentukan keberadaannya di lokasi tertentu (Suryanti dkk., 2017). Terumbu karang dan padang lamun merupakan habitat umum bagi bulu babi. Mereka sering ditemukan di puing-puing karang dan di lingkungan berlumpur atau berpasir. Mereka menyukai perairan yang jernih dan tenang (Suryanti *et al*, 2017). Jenis bulu babi yang ditemukan di padang lamun yaitu jenis *Diadema setosum*, *D. antillarum*, *Tripneustes gratilla*,

T. ventricosus, *Lytechinus variegatus*, dan *Stongylus* spp. cenderung hidup mengelompok, sedangkan jenis *Mespilia globulus*, *Toxopenustes pileolus*, *Pseudoboletia maculata*, dan *Echinothrix diadema* cenderung menyendiri (Vimono, 2007).

Dalam ekosistem terumbu karang, bulu babi berperan sebagai penstabil, pemakan partikel kecil, dan pemakan serpihan karang. Meskipun bulu babi tergolong herbivora, mereka dapat beradaptasi dengan habitatnya dengan mengonsumsi beragam makroalga, krustasea, dan karang (Ristanto *et al.*, 2017). Karakteristik substrat dan habitat spesifiknya berkaitan dengan keberadaan bulu babi dalam suatu ekosistem. Meskipun demikian, beberapa spesies dapat bertahan hidup di berbagai habitat, termasuk bebatuan, serpihan karang, dan celah-celah karang. (Suryanti *et al.*, 2017).

2.2.4 Reproduksi Bulu Babi

Bulu babi diperkirakan memiliki jenis kelamin yang berbeda, dengan betina memiliki gonad betina (ovarium) dan jantan memiliki alat kelamin jantan (testis). Ciri fisik luar kedua jenis kelamin ini tidak jauh berbeda. Bentuk papila genital kini menjadi satu-satunya ciri kelamin sekunder yang dapat memberikan petunjuk (Brotowijoyo, 1989).

Ciri kelamin sekunder dan utama bulu babi dapat digunakan untuk membedakan jantan dan betina. Ciri fisik luar bulu babi jantan dan betina tidak jauh berbeda, meskipun terdapat perbedaan (Radjab, 2001). Bentuk papila genital kini menjadi satu-satunya ciri kelamin sekunder yang dapat memberikan petunjuk. Terdapat dua varietas papila genital yang ditemukan pada bulu babi: tripneustes dan mespilian. Pada tipe tripneustes, ciri ciri papila genitalia jantan ditandai dengan bentuk tabung yang memanjang, sedangkan pada betina berupa tonjolan tumpul (*stumpy* tonjolan). Bulu babi yang termasuk jenis ini adalah *Tripneustes gratilla*, *Echinometra mathaei*, *Echinostrephus aciculatus*,

dan *Diadema setosum* (Radjab, 2001). Ciri-ciri yang berkaitan langsung dengan organ reproduksi suatu organisme ovarium dan salurannya pada betina, serta testis dan salurannya pada jantan dikenal sebagai ciri kelamin primer. Warna gonad merupakan ciri kelamin utama yang dapat digunakan untuk membedakan antara jantan dan betina. Gonad betina berwarna kuning cerah atau oranye, sedangkan gonad jantan berwarna putih susu atau cokelat tua keputihan (Radjab, 2001).

2.2.5 Kandungan Biokimia pada Bulu Babi

Lemak omega-3 bulu babi sangat padat nutrisi dan dapat membantu menurunkan kadar kolesterol dalam tubuh (Saparinto dan Susiana, 2003). Selain itu, seluruh spektrum asam amino yang ditemukan dalam gonad bulu babi mendukung kesehatan dan pertumbuhan manusia. Menurut Aprillia *et al.* (2012), cangkangnya dapat digunakan sebagai obat antibakteri, antitumor, dan antikanker. Bagian dalam cangkang keras bulu babi simetris dan memiliki lima sisi. Pigmen cair hitam persisten melapisi cangkang beberapa spesies bulu babi. Kulit dan jaring dapat diwarnai menggunakan cairan ini. Sementara organ sisa dari pengolahan bulu babi, biasanya cangkang dan organ dalam (jeroan), dapat diolah lebih lanjut menjadi pupuk, kulit bulu babi juga dicari sebagai perhiasan (Ratna, 2002). Bahan kimia aktif toksik dapat ditemukan dalam cangkang bulu babi. Berdasarkan pengetahuan terkini, cangkang bulu babi mengandung apleasterosida Adan B dan polihidroksi (Angka dan Suhartono, 2000). Toksin yang terdapat pada cangkang dan duri ini diperkirakan berpotensi digunakan sebagai zat terapeutik. Cangkang bulu babi mengandung zat bioaktif seperti serotonin, glikosida, steroid, molekul kolinergik, dan brendikinin yang berfungsi sebagai antimikroba (Dahl *et al.*, 2010).

2.3 Hormon Steroid

Ketika kelenjar endokrin menerima sinyal yang tepat, mereka melepaskan hormon, yang merupakan pembawa pesan kimiawi jarak jauh, ke dalam sirkulasi (Sherwood, 2001).

Dibandingkan dengan sistem neurologis, sistem endokrin bereaksi lebih lambat. Hormon yang dihasilkan kelenjar endokrin dilepaskan ke dalam sirkulasi sesuai tujuannya, di mana hormon tersebut secara selektif berinteraksi dengan reseptor tertentu dan menunjukkan efek biologis tertentu sebagai regulator fisiologis konsentrasi rendah dan aktivator atau inhibitor enzim (Robbins, 1996). Hormon adrenal dan hormon seks (progesteron, estrogen, dan testosteron) adalah dua kategori hormon steroid (Litwack dan Schmidt, 2002).

Korteks adrenal menghasilkan tiga golongan utama hormon steroid, yaitu androgen, yang memproduksi gonad pria, mineralokortikoid, yang mengontrol kadar natrium dan kalium tubuh, dan glukokortikoid, yang mengontrol metabolisme karbohidrat (Ibrahim, 2001). Kelenjar adrenal menghasilkan testosteron, suatu steroid anabolik yang mengatur libido, menghasilkan energi, mendukung sistem kekebalan tubuh, dan mencegah osteoporosis (Ganiswarna, 2005).

Rata-rata, ikan jantan yang sehat dapat menghasilkan 2–10 mg testosteron setiap hari. Meskipun dalam jumlah yang sangat sedikit, ikan betina juga mampu memproduksi testosteron. Hormon ini mendorong perkembangan otot, tulang, dan kulit sekaligus membantu tubuh mengawetkan protein. Sifat androgenik testosteron berkaitan dengan sifat jantannya. Hormon ini memengaruhi hasrat seksual dan perilaku agresif. Proporsi ikan jantan dapat ditingkatkan dengan pemberian ekstrak steroid yang mengandung testosteron dari jeroan teripang. Hasil tertinggi diperoleh ketika dosis pakan 400 mg/kg (pendekatan oral) diberikan, yang menghasilkan 61,11% anak ikan, dan

ketika dosis air 4 mg/L diberikan, yang menghasilkan 65,13% (Emilda, 2015).

2.4 Maskulinisasi

Penggunaan prosedur maskulinisasi merupakan salah satu inisiatif teknis yang dilakukan untuk memaksimalkan hasil produksi ikan lele. Salah satu teknik pembalikan jenis kelamin yang membalikkan arah perkembangan seksual dari betina menjadi jantan adalah maskulinisasi. Karena benih ikan lele jantan memiliki keunggulan dibandingkan betina selama perkembangannya, seperti pertumbuhan yang lebih cepat dan waktu panen yang lebih singkat, dan karena betina menggunakan lebih banyak energi untuk reproduksi daripada pertumbuhan, maskulinisasi dilakukan untuk menghasilkan benih ikan jantan yang unggul. Selain itu, karena proses *stripping* tidak memungkinkan, pejantan harus dibunuh selama prosedur pemijahan buatan pada ikan lele. Kelangsungan hidup budidaya ikan sangat bergantung pada ketersediaan ikan lele jantan, sehingga jumlah mereka semakin menurun (Ibrahim *et al.*, 2001).

Menurut Rosmaidar *et al.* (2016), Karena manfaat perkembangannya yang substansial, yang mempercepat produksi ikan, mempersingkat musim panen, dan meningkatkan nilai finansial pembudidaya ikan, ikan jantan merupakan komponen penting dalam budidaya ikan lele. Maleing, yang sering disebut sebagai pembalikan jenis kelamin, adalah teknik yang membalikkan arah perkembangan seksual untuk menghasilkan ikan jantan yang unggul. Maskulinisasi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan jumlah ikan jantan. Maskulinisasi telah sering dilakukan dengan menggunakan berbagai macam bahan, seperti pemberian hormon androgen pada ikan selama tahap diferensiasi gonad. Pelepasan hormon gonadotropin, yang diperlukan untuk perkembangan gonad jantan, dapat dirangsang oleh perubahan lingkungan yang disebabkan oleh injeksi hormon eksogen (Arfah *et al.*, 2013).

Hormon sintetis 17α metiltestosteron sering digunakan dalam prosedur maskulinisasi. Karena 17α metiltestosteron merupakan obat keras yang dapat memengaruhi keberlanjutan pangan dan keamanan lingkungan (Wahyuningsih *et al.*, 2018), penggunaannya telah dibatasi sesuai dengan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan KEP.52/MEN/2014. Oleh karena itu, upaya harus dilakukan untuk mengurangi dampak negatif ini terhadap lingkungan dan pangan, termasuk mencari sumber yang aman dan alami bagi manusia dan hewan. Mangaro *et al.* (2018) menyatakan bahwa perendaman, penyuntikan, dan pemberian pakan dengan komponen alami merupakan beberapa teknik maskulinisasi yang memungkinkan.

III. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus-November 2024 di gedung MIPA Terpadu, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam untuk pemeliharaan hewan uji dan Laboratorium Terpadu Sentra Inovasi dan Teknologi (LTSIT) Universitas Lampung untuk pembuatan ekstraksi gonad bulu babi.

2.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi selang hisap kotoran sepanjang 1,5 meter, bak plastik 4 liter untuk aklimatisasi, bak kaca 5 liter untuk perawatan dan pemeliharaan, cawan petri dan kaca pembesar untuk pengamatan morfologi larva lele, serta penggaris untuk mengukur panjang tubuh larva. DO meter digunakan untuk mengukur jumlah oksigen terlarut, pH meter untuk menguji derajat keasaman (pH) dan termometer suhu air. Labu ukur 500 ml untuk membuat larutan stok ekstrak bulu babi, gelas kimia 250 ml, tabung reaksi, pipet tetes, *rotary vacuum evaporator*, dan *shaker* merupakan alat yang digunakan untuk membuat ekstrak gonad bulu babi. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi hewan uji larva ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) berumur 5 hari dengan panjang benih 0,5-0,7 cm (Hardaningsih dan Yulanda, 2023), ekstrak gonad bulu babi, pakan larva ikan lele berupa PSC-1, PF 100 dan PF 500, air sebagai media pemeliharaan, kertas saring, dan methanol.

2.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan masing-masing ulangan sebanyak 5 kali sehingga terdapat 20 unit satuan percobaan dimana setiap unit berisikan 20 ekor larva ikan lele. Perlakuan yang digunakan adalah perendaman larva ikan lele sangkuriang dengan lama perendaman berbeda yaitu:

Perlakuan A (PA): Kontrol (Tanpa perendaman ekstrak bulu babi)

Perlakuan 2 (PB): Perendaman selama 12 jam

Perlakuan 3 (PC): Perendaman selama 18 jam

Perlakuan 4 (PD): Perendaman selama 24 jam

2.4 Variabel Penelitian

1. Persentase kelamin jantan

Dengan menggunakan kaca pembesar, kita dapat melihat proporsi pembentukan jenis kelamin berdasarkan ciri-ciri seperti kelincuhan berenang, warna tubuh, dan bentuk sirip. Dengan membagi jumlah jenis kelamin yang terbentuk dengan jumlah total orang yang hidup, lalu mengalikan hasilnya dengan 100%, kita dapat memperoleh persentase pembentukan jenis kelamin. Persentase kelamin jantan ikan lele sangkuriang dapat dihitung dengan menggunakan rumus menurut Matondang *et al.*, (2018) adalah:

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

2. Kelangsungan Hidup

Rasio ikan uji yang bertahan hidup pada akhir penelitian dengan ikan yang dilepaskan pada awal penelitian dikenal sebagai tingkat kelangsungan hidup. Devanna (2010) menyatakan bahwa rumus berikut dapat digunakan untuk menentukan tingkat kelangsungan hidup ikan lele:

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan:

SR: Survival rate

N_t : Jumlah ikan pada akhir penelitian (ekor)

N_0 : Jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)

3. Kualitas Air

Variabel kualitas air yang diamati selama penelitian yaitu suhu, pH dan oksigen terlarut.

2.5 Prosedur Penelitian

2.5.1 Pembuatan Ekstrak Gonad Bulu Babi

Langkah pertama dalam pembuatan ekstrak gonad bulu babi adalah membuang dan memisahkan gonad dari cangkang dan durinya, kemudian menyimpannya dalam freezer bersuhu 40 derajat Celcius. Setelah memaserasi ekstrak gonad bulu babi dalam metanol dengan rasio berat terhadap pelarut 1:3 (berat/volume), ekstrak diaduk selama 72 jam pada kecepatan 180 rpm. Ekstrak didinginkan pada suhu 0–4°C setelah disaring menggunakan kertas saring Whatman no. 1, kemudian diuapkan menggunakan rotary evaporator vakum pada suhu 37–40°C (Akerina *et al*, 2015).

3.5.2. Persiapan Wadah Pemeliharaan dan Air

Akuarium kaca berukuran lima liter digunakan untuk membesarkan larva ikan lele. Sebelum digunakan, akuarium pemeliharaan dan adaptasi perlu dibersihkan dengan klorin 10 bagian per juta (CaOCl_2), dibilas dengan air tawar, dan didiamkan selama sehari penuh. Setelah akuarium pemeliharaan kering, air ditambahkan kembali. Air sumur dengan salinitas air tawar 0 ppt digunakan untuk membesarkan larva ikan.

3.5.3. Persiapan dan Aklimatisasi Hewan Uji

Larva ikan lele yang digunakan berumur 5 hari. Larva ikan kemudian di aklimatisasi dalam bak berkapasitas 4 liter selama 5 hari dengan tujuan

agar larva ikan lele dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan baru sebelum dimulainya penelitian.

3.5.4. Seleksi Larva Ikan Lele

Seleksi larva ikan lele dilakukan secara morfologis, dengan memperhatikan ciri-cirinya seperti ukuran panjang, kelengkapan organ, warna, dan umur.

3.5.5. Perlakuan

Perlakuan yang diberikan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode perendaman. Dalam bak kontrol (PA) diisi larva ikan lele berumur 5 hari dengan panjang 0,5-0,7 cm (Hardaningsih dkk., 2023; Findayani dan Madinawati, 2022) sebanyak 100 ekor/bak kaca tanpa direndam ekstrak gonad bulu babi (PA), dalam bak perlakuan kedua (PB) diisi larva ikan lele sebanyak 100 ekor dan direndam dalam ekstrak gonad bulu babi 4 mg/L selama 12 jam, dalam bak perlakuan ketiga (PC) diisi larva ikan lele sebanyak 100 ekor dan direndam dalam ekstrak gonad bulu babi 4 mg/L selama 18 jam, dalam bak perlakuan keempat (PD) diisi larva ikan lele sebanyak 100 ekor dan direndam dalam ekstrak gonad bulu babi 4 mg/L selama 24 jam.

3.5.6. Pemeliharaan Hewan Uji

Setelah perendaman dalam bak perlakuan, larva ikan lele akan dimasukkan ke dalam bak pemeliharaan dengan total kepadatan 20 ekor perwadah. Pemeliharaan larva dilakukan selama 60 hari dan diberi pakan dengan frekuensi pemberian pakan tiga kali sehari, yaitu pagi hari pada pukul 08.00 WIB, siang hari pada pukul 12.00 WIB dan sore hari pada pukul 16.00 WIB. Jumlah pakan yang diberikan sebesar 10% dari berat bobot tubuh ikan. Selama proses pemeliharaan kualitas air harus selalu dijaga, untuk itu pergantian air dilakukan setiap 3 hari sekali dan dilakukan pengukuran kualitas air meliputi suhu air, DO, dan pH air setiap 10 hari sekali (Mata dkk., 2022).

2.6 Analisis Data

Persentase jenis kelamin jantan dan betina, tingkat kelangsungan hidup, dan kondisi kualitas air pemeliharaan merupakan beberapa data yang dikumpulkan untuk penelitian ini. Perangkat lunak SPSS 16 dengan analisis varians (*One Way ANOVA*) digunakan untuk memeriksa data yang terkumpul. Uji BNT (Beda Nyata Terkecil) digunakan pada taraf 5% ($\alpha > 0,05$) jika data analisis varians menunjukkan bahwa perlakuan menunjukkan perbedaan yang berbeda nyata (*significant*) atau sangat berbeda nyata (*highly significant*).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan yaitu:

1. Lama perendaman menggunakan ekstrak bulu babi 4mg/L berpengaruh terhadap jumlah jantan ikan lele (*Clarias gariepinus*) yang dihasilkan.
2. Perendaman dalam larutan ekstrak gonad bulu babi dosis 4mg/L selama 24 jam menghasilkan pembentukan jantan paling tinggi sebesar $79\% \pm 11.402\%$ dengan $\alpha = 0.05$.
3. Perlakuan perendaman tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat kelulushidupan ikan lele.

5.2 Saran

Dari penelitian yang dilakukan dapat disarankan:

1. Perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh maskulinisasi ekstrak gonad bulu babi terhadap genotip ikan lele dan apakah kelamin jantan yang dihasilkan bersifat permanen atau sementara.
2. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai perubahan gonad ikan lele setelah perlakuan apakah lele jantan kontrol dan perlakuan memiliki histologi gonad yang sama atau berbeda.
3. Penentuan *genotipe line* dari hasil sex reversal berdasarkan pendekatan biomolekuler.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A. S., Hismayasari, I. B., Supriatna, I., Yani, A., & Sayuti, M. 2020. The Mass Death of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Sorong District, West Papua, Indonesia. *AACL Biofluz*, 13(4), 1906–1916.
- Afifudin, I. K., Suseno, S. H., Jacoeb, A. M. 2014. Profil asam lemak dan asam amino gonad bulu babi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (JPHPI)* 17 60-70.
- Ajitama, P. 2017. *Pemanfaatan selada kepala mentega (Lactuca sativa) untuk memperbaiki kualitas air dari limbah budidaya ikan nila (Oreochromis niloticus) dengan sistem akuaponik*. Tesis. Bogor, Indonesia: Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Akerina F.O., Tati N., Ruddy S. 2015. Isolasi dan karakterisasi senyawa antibakteri dari bulu babi. *JPHPI*. 18 (1):64-65.
- Amri, K., Muchlizar, M. dan Ma'mun, A. 2018. Variasi Bulanan Salinitas, Ph, Dan Oksigen Terlarut Di Perairan Estuari Bengkalis, *Majalah Ilmiah Globe*. doi: [10.24895/mig.2018.20-2.645](https://doi.org/10.24895/mig.2018.20-2.645).
- Angka, S.L., Suhartono, T.S. 2000. *Bioteknologi Hasil Laut. Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan*. Institut Pertanian Bogor.
- Aprillia, H.A., Pringgenies, D. & Yudiati, E. 2012. Uji toksisitas ekstrak kloroform cangkang dan duri landak laut (*Diadema setosum*) terhadap mortalitas *Nauplius artemia* sp. *Journal of Marine Research* 1(1), 75-83.
- Arfah, H., Soelistyowati, D.T., Bulkini, A., 2013. Makulinisasi Ikan Cupang *Betta Splendens* Melalui Perendaman Embrio dalam ekstrak Purwoceng *Pimpinella alpina*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 12 (2) : 144-149.
- Arif, A.S.A., Yuniarti, T., Elfitasari, T., Hastuti, S., Nugroho, R. A. 2023. Pengaruh Suhu Yang Berbeda Pada Perendaman Larva Dalam Rgh Terhadap Laju Penyerapan Kuning Telur Dan Pertumbuhan Ikan Tawes (*Puntius javanicus*). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis* (2), 186-195.
- Arikunto dan Suharsimi. (2019). *Penelitian Tindakan Kelas. Cetakan ke-11*. Jakarta: PT Bumi Aksara.

- Aquarista F., Skandar., Subhan U. 2012. Pemberian probiotik dengan carrier zeolit pada pembesaran ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3 (4): 133-140
- Badan Pusat Statistik. 2025. Laporan Produksi Ikan Air Tawar Menurut Jenis (Ton) 2020-2024. Bandar Lampung.
URL:<https://bandarlampungkota.bps.go.id/id/statistics-table/2/Mjlylzl=/produksi-ikan-air-tawar-menurut-jenis.html>
- Basahudin M. S. 2009. *Panen Lele 2,5 bulan*. Penebar Swadaya. Jakarta. 78 hlm.
- Biokani,S.,Jamili, S. Dan Sarkhosh J.,2014.The study of different foods on spawning efficiency of siamase figting fish (spesies : *Betta splendens*, family: Belontiidae). *Marine Science*. 4(2): 33-37
- Brotowidjoyo, Mukayat Djarubito. 1989. *Zoologi Dasar*. Erlangga. Jakarta.
- Brotowidjoyo, Mukayat Djarubito. 1989. *Zoologi Dasar*. Erlangga. Jakarta.
- Chumaidi. 2005. Pengaruh Perbedaan Waktu Pemberian Berbagai Pakan Alami Terhadap Sintasan Larva Ikan Neon Tetra (*Paracheirodon innesi Myers*). Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Akuakultur Berkelanjutan. Purwokerto.
- Dahl, W.J., Jebson, P., & Louis, D. S. 2010. Sea urchin injuries to the hand: A case report and review of the literature. *The Iowa Orthopaedic Journal* 30, 153-156
- Dan, C., Mei, J., Wang, D., Gui, J.-F., 2013. Genetic differentiation and efficient sexspecific marker development of a pair of Y- and X-linked markers in yellow catfish. *Int. J. Biol. Sci.* 9, 1043–1049.
<https://doi.org/10.7150/ijbs.7203>.
- Darseno, I. G. O., Besung, I. N. K., Mahatmi, H. 2012. Potensi daun binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steenis) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* secara in vitro. *Indonesia Medicus Veterinus* 1(3):337-351
- Devanna, I. 2010. Pengaruh Lama Perendaman Induk di dalam Aromatase *Inhibitor terhadap Proporsi Kelamin Anak Guppy (Poecilla reticulata)*. IPB. Bogor. Direktorat Jendral Perikanan Budidaya. 2017. *Pedoman Pengukuran Indikator Kinerja Utama*. Jakarta. Hlm. 25.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kaninus
- Effendi, M.I. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.
- Emilda. 2015. Pemanfaatan Ekstrak Steroid Asal Jeroan Teripang untuk *Sex reversal* pada Ikan Gapi. *Faktor Exactra*. 5 (4): 337-338. Ganiswarna, S. 2005. *Farmakologi dan Terapi Edisi Keempat*. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta.

- Ganiswarna, S. 2005. *Farmakologi dan Terapi Edisi Keempat*. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta.
- Hardaningsih dan Lalla Kumala Yulanda. 2023. *Buku Pintar Teknik Produksi Benih Ikan*. Percetakan CV Andi Offset. Yogyakarta.
- Hardinata, F. 2012. Pembenihan Dan Perbaikan Genetika Iken Lele Dumbo (*Clarias garipinus*) Dengan Metode Silang Balik (*back cross*) Menjadi Lele Sangkuriang (*Clarias* sp). Dibalai Besar pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Sukabumi provinsi Jawa Barat.
- Hariyanto, A. 2006. *Upaya Maskulinisasi Induk Ikan Lele Dumbo Clarias sp. yang Telah Diovariectomi Parsial dengan Metode Implantasi Hormon 17 α -Metiltestosteron*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hasi, M.S., Lumingasi, L.J.L. dan Lohoo, A.V. 2016. Allometry analysis and physiological index of sea urchin *Heliocidaris crassispina* (A. Agassiz, 1864) (Camarodonta, Echinometridae) on the Reef Flat in Tongkeina and Malalayang Dua, Manado, Sulawesi. *Jurnal Ilmiah Platax*. DOI: 10.35800/jip.4.2. 2016.13774.
- Hastuti, S., dkk. 2014. Performa Produksi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) yang dipelihara dengan teknologi biofloc Production Performance of African Catfish (*Clarias gariepinus*, burch) were Rearing with Biofloc technology. *Jurnal Saintek Perikanan Indonesian Journal of Fisheries Science dan Technology*. 10(1), pp. 37–42.
- Ibrahim, M. 2001. Isolasi Dan Uji Aktivitas Biologi Senyawa Steroid Dari Limbah Laut (*Discodoris* sp). [tesis]. Pascasarjana Institut Petanian Bogor. Bogor.
- Ibrahim. Y., Uswatun. H., Erlita., 2018. Optimalisasi Konsentrasi Hormon 17-aMetiletorene TO Mazkulinization Male Catfish (*Clarias* sp.) Universitas Teuku Umar. *Jurnal Akuakultur*. Vol. 2 (1).
- Indriati, P.A, Hafidudin. 2022. Manajemen kualitas air pada pembenihan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Balai Benih Ikan Teja Timur Pamekasan. *Juvenil*. 3(2): 27-31.
- Karimah U, Istyanto S, Pinandoyo. 2018. Performa pertumbuhan dan kelulushidupan ikan nila gift (*Oreochromis niloticus*) yang diberi jumlah pakan yang berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 7(1): 128—135.
- Karmiah, R., Setiawan, M.A., Arifin, E.A., Musdalipah. 2019. Identifikasi senyawa saponin ekstrak etil asetat gonad landak laut (*Diadema setosum*) dan efektivitas antihiperkolesterol terhadap mencit balb/c hiperkolesterolemia. *Jurnal Medika Udayana*. 18(2).
- Kasim K., S. Triharyuni, dan A. Wudji. 2014. Hubungan Ikan Pelagis Dengan Konsentrasi Klorofil-A Di Laut Jawa. *Bawal*. Vol 6(1): 21-29.

- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2025. Laporan produksi perikanan budi daya pembesaran 2023. Meteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia: Jakarta. URL: <https://portaldata.kkp.go.id/portals/data-statistik/layer1>
- Kordi, K., M. Ghufuran H. 2013. *Budidaya Ikan Konsumsi di Air Tawar*. Edisiketiga. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Kristianti, A. N, Amina, N.S, Tanjung, M., Kurniadi, B. 2008. Fitokimia. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Lestari, T. P. dan Dewantoro, E. (2018) „Pengaruh Suhu Media Pemeliharaan Terhadap Laju Pemangsaan Dan Pertumbuhan Larva Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*), *Jurnal Ruaya : Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu Perikanan dan Kelautan*. doi: [10.29406/ .v6i1.923](https://doi.org/10.29406/r.v6i1.923).
- Litwack, G., Schmidt, T.J. 2002. *Biochemistry of Hormones 1, Polypeptide Hormones*. In: Devlin TM (ed) *Biochemistry with Clinical Correlations*. John Wiley and Sons Inc New. York pp. 905-957.
- Lukito. 2002. *Budidaya Ikan Lele Sangkuriang (Clarias sp)*. Erlanga.Jakarta.
- Lubiz, M.A, Muslim, Mirna, F. 2017. Maskulinisasi ikan cupang (*Betta sp.*) menggunakan madu alami melalui metode perendaman dengan konsentrasi berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 5(1):97- 108.
- Majid, A., Idris, M., Kurnia, A. 2022. Pengaruh Interval Waktu Penyuntikan Hormon Pertumbuhan Rekombinan Ikan Kerapu Kertang (rElGH) yang Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Respon Fisiologis Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*). *JSIPI*. Vol 6(1): 52-65.
- Mangaro, R., Sinjal, H, J., Monijung, R, D. 2018. Maskulinisasi dengan Menggunakan Metode Perendaman dan Oral Terhadap Perubahan Kelamin Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Platax*, Vol.6(1): 117-122.
- Martin, J. Susanto, E. dan Sunarya, U. 2017. Kendali pH dan Kelembaban Tanah Berbasis Logika Fuzzy Menggunakan Mikrokontroller, *eProceedings of Engineering*.
- Mata T.C.M.M., Tangguda S., Valentine R.S. 2022. Manajemen Pemberian Pakan pada Pembesaran Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) di Balai Benih Ikan (BBI) Lewa, Sumba Timur, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Megaptera*. Vol 1(1): 39-46.
- Matondang, A. H., F. Basuki., dan R. A. Nugroho. 2018. Pengaruh Lama Perendaman Induk Betina dalam Ekstrak Purwoceng (*Pimpinella alpina*) terhadap Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*). *Jurnal Teknologi dan 1095 Managemen Akuakultur*. Vol 7 (1): 10-17.
- Monalisa, S. S. dan I. Minggawati. 2010. Kualitas air yang mempengaruhi pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis sp.*) di Kolam Beton dan Terpal. *Journal of Tropical Fisheries*, 5 (2): 526-530.

- Mulia, H., Rosmaidar., Dasrul., Aliza, D., Masyitha, D., Sugito, 2016. Pengaruh Umur Terhadap Penjantanan Larva Ikan Lele Dumbo *Clarias gariepinus* Yang Direndam Menggunakan Hormon Metil Testosteron Alami. *Jurnal Medika Veterinaria*. 10 (1): 41-44
- Mulyadi., M.T. Usman dan Suryani. 2010. Pengaruh Frekuensi Pemberian Pakan Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Selais (*Ompok hypophthalmus*). *Berkala Perikanan Terubuk*. Vol 38. No 2 Tahun 2010. P:21-40.
- Pashapour, S., Saberivand, A., Khaki, A. A., & Saberivand, M., 2023, Effect of Saponin on Spermatogenesis and Testicular Structure in Streptozotocin-Induced Diabetic Mice. in Veterinary Research Forum (Vol. 14, No. 11, P. 601). *Faculty Of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran*.
<https://doi.org/10.30466/Vrf.2023.1986019.3727>
- Pratama, 2009. *Morfologi Ikan Nila*. Airlangga. Jakarta. PT Agromedia Pustaka. Jakarta Selatan
- Pringgenies, D., Winanto, Y., Ali, R. 2012. Perilaku seksual dan kadar testosteron darah tikus putih (*Rattus norvegicus*) strain wistar akibat pemberian pakan gonad bulu babi (*Diadema setosum*). Prosiding Seminar Nasional Bioteknologi Kelautan dan Perikanan Tahunan Ke-1, Semarang. Hal 81-90.
- Purwaningsih S. 2012. Aktivitas antioksidan dan komposisi kimia keong matah merah (*Cerithidea obtusa*). *Jurnal Ilmu Kelautan* 17(1): 39–38.
- Radjab AW, Khouw AS, Mosse JW, Uneputty PA. 2010. Pengaruh Pemberian Pakan Terhadap Pertumbuhan dan Reproduksi Bulu Babi (*Tripneustes gratilla*). *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 36 (2): 243-258.
- Radjab, Abdul, W. 2001. Reproduksi dan Siklus Bulu Babi (Echinoidea). *Oseana*. 26 (3): 25-36. Jakarta: LIPI.
- Rahardjo, M.F., D.S Syafei., R. Affandi dan Sulistiono. 2011. Lubuk Agung : Bandung.
- Ratna, F.D. 2002. *Pengaruh Penambahan Gula dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Pasta Fermentasi Gonad Bulu Babi (Diadema setosum) dengan Lactobacillus plalltarum Sebagai Kultur Stater*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ristanto, A., Yanti, A.H. & Setyawan, T.R. 2017. Komposisi Jenis Bulu Babi (Kelas : Echinoidea) di daerah Intertidal Pulau Lemukutan Kabupaten Bengkulu. *Jurnal Protobiont*. 6(1):59-63.
- Robbins, A. 1996. Androgen an Male Sexual Behavior. *Trends Endocrinol Metabolisme*. 17:345-359.

- Rosmaidar, Thasmi, C.N., Afrida, A., Akmal. M., Herialfian., Manaf, Z.H., 2016. Pengaruh Lama Perendaman Larva Dalam Hormon Metil Testosteron Alami Terhadap Pejantanan Ikan Lele Dumbo *Clarias gariepinus*. *Jurnal Medika Veterinaria*. 10(2): 125-127.
- Rosyidah. K., Nurmuhaimina. S.A, Komari. N, Astuti. M.D.2010. Aktivitas antibakteri fraksi saponin dari kulit batang tumbuhan kasturi (*Magnifera casturi*). *Alchemy*. 1(2):53-103.
- Ruey-Sheng W, Yeh S, Chii-Ruey T, Chang C 2009 Androgen receptor roles in spermatogenesis and fertility: lessons from testicular cell-specific androgen receptor knockout mice. *Endocr. Rev.* 30 119-132
- Santoso, M., Pramono, T.B., Nurkhasanah, A., Putra, J.J. dan Saprudin. 2022. Pengaruh Waktu Transportasi Sistem Tertutup Terhadap Kelangsungan Hidup Udang Red Cherry (*Neocardina heteropoda*). *Jurnal Ilmu Perikanan Air Tawar Clarias*.3(1):18-27. DOI: <https://doi.org/10.56869/clarias.v3i1.346>
- Sari, R., T. 2016. Hubungan Panjang Tubuh Dan Rasio Papilla Dengan Jenis Kelamin Pada Ikan Gobi (*Sicyopterus macrostetholepis* Blkr.). *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*. 3(2): 55-68.
- Sherwood, L. 2001. *Fisiologi manusia :dari sel ke sistem*. EGC. Jakarta.
- Shikov, Aleksander N., Olga N.P., Anna S.K., Valery G.M. 2018. *Naphthoquinone pigments from sea urchins: chemistry and pharmacology*. Saint-Petersburg Institute of Pharmacy, Leningrad region, Vsevolozhsky District, Kuzmolovo. 245.
- Siegers, Willem, H. 2019. Pengaruh kualitas air terhadap pertumbuhan ikan nila nirwana (*Oreochromis* sp.) pada tambak payau. *The Journal of Fisheries Development*. Vol. 3 No. 2.
- Silaban, B. B. dan Srimariana, E. S. 2013. Kandungan Nutrisi dan Pemanfaatan Gonad Bulu Babi (*Echinotrix calamaris*) dalam Pembuatan Kue Bluder. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. Vol. 16 No. 2
- Siregar, S., Mochamad, S, Marini, W. 2018. Maskulinisasi ikan cupang (*Betta Splendens*) menggunakan madu alami melalui metode perendaman. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia* 6(2): 141-152.
- Soleimani, S.M.Y., Soheila, M., Hassan, R., Narges, A.B. 2017. Identification and antioxidant of polyhydroxylated naphthoquinone pigments from sea urchin pigments of *Echinometra mathaei*. *Meddical Chemistry Research*. DOI 10.1007/s0004-016-1586-y.

- Suryanti, S., Ain, C., Latifah, N., & Febrianto, S. 2017. Mapping of sea urchin abundance as control of algae expansion for the balance of coral reef ecosystem in Karimunjawa Islands. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences* 7(12):120–127.
- Susanto, D., Rachmini, Farida. 2017. Pengaruh kedalaman air yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). *Jurnal Ruaya*. 5 (1): 8-22
- Susanto, G.N., Sutyarso, H. Busman, N. R. Kurniawan and S. M. Hasanah. 2021. Genital reversal of betta fish by immersion using steroid extract of sea urchins. Proceedings of IOP Conference Series: *Earth an Environmental Science* 674 012057.
- Susanto, G.N., Widiastuti, E.L., Rustanti, T., Hadi, S. 2023. Immersion in sea cucumber's steroid extract to increase male production of juvenile freshwater crayfish. *Fisheris and Aquatic Science*. 26(1):48-57.
- Suwignyo, Sugiarti dkk. 2005 . *Avertebrata Air Jilid 1*. Swadaya. Jakarta.
- Suyanto S. R. 2007. Budi Daya Ikan Lele. Depok. Penebar Swadaya. ISSN: 979-002-185-2. URL:
https://books.google.co.id/books?id=SEFjcIpP20wC&lpg=PA3&ots=i_qmL6GEfv&dq=suyanto%202007%20morfologi%20lele&lr&hl=id&pg=PP1#v=onepage&q&f=false
- Sylvawan., Hastiadi, H., dan Sunarto. 2014. Efektifitas Ekstrak Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*) Untuk Mengurangi Tingkat Kanibalisme Benih Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias* sp.) Dengan Metode Bioenkapsulasi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Muhammadiyah Pontianak. *Jurnal Ruaya*. Vol.2 : 44-52.
- Tatangindatu, dkk., 2013. Studi Parameter Fisika Kimia Air pada Areal Budidaya Ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. Vol (1) No. 2. Pp 8-19.
- Tupan, J., and Silaban, B. B. 2017. Karakteristik fisika kimia bulu babi *Diadema setosum* dari beberapa perairan pulau Ambon. *J. Triton* 13 71-78
- Vimono, I B. 2007. Sekilas mengenai landak laut. *Oseana*, 20(3): 37 – 46.
- Wahyuningsih, H., Rachimi., Prasetio, E. 2018. Efektifitas Madu Lebah Terhadap Jantenisasi (Maskulinisasi) dengan Metode Perendaman pada Larva Ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp.). *Jurnal Ruaya*, Vol. 6(1): 23-29.
- Walker CW, Unuma T, Lessera MP. 2007. *Edible sea urchin: biology and ecology*. Florida, USA: Elsevier

- Wijaya, A. 2011. *Pengaruh Pemberian Bakteri Probiotik (Bacillus sp.) Pada Media Pemeliharaan Terhadap Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila (Oreochromis niloticus L.) yang Terinfeksi Streptococcus agalactiae*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjajaran. Jawa Barat
- Yudi, Tri. 2015. Perendaman Larva Cupang (*Betta splendens*) Dengan Umur Yang Berbeda Dalam Larutan Hormon 17 a- Metilestosteron Terhadap Keberhasilan Pembentukan Monosex Jantan. Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Muhammadiyah Pontianak.
- Zairin, M. Jr. 2002. *Sex reversal: Memproduksi Benih Ikan Jantan atau Betina*. Penebar Swadaya, Jakarta. 95 hlm.