

**EFEKTIVITAS AROMATASE *INHIBITOR* PADA
PERENDAMAN EMBRIO TERHADAP *SEX REVERSAL*
IKAN LELE SANGKURIANG *Clarias sp.***

FATAHILLAH MAULANA JUFRIE

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN AKUAKULTUR
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2006**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi yang berjudul :

EFEKTIVITAS AROMATASE *INHIBITOR* PADA PERENDAMAN EMBRIO TERHADAP *SEX REVERSAL* IKAN LELE SANGKURIANG *Clarias* sp.

adalah benar merupakan hasil karya yang belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Semua sumber data dan informasi yang berasal atau dikutip dari hasil karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir Skripsi ini.

Bogor, Oktober 2006

FATAHILLAH MAULANA JUFRIE

C14102058



RINGKASAN

FATAHILLAH MAULANA JUFRIE. Efektivitas Aromatase *inhibitor* Pada Perendaman Embrio Terhadap *Sex Reversal* Ikan Lele Sangkuriang *Clarias* sp.. Dibimbing oleh **AGUS OMAN SUDRAJAT.**

Produksi ikan lele jantan perlu dilakukan untuk dapat meningkatkan produksi ikan lele, yang terus meningkat. Salah satu cara untuk produksi ikan lele jantan adalah *sex reversal*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis yang efektif untuk melakukan perendaman embrio ikan lele stadia bintik mata dengan aromatase *inhibitor* (AI) agar dapat menghasilkan ikan jantan secara optimal.

Penelitian ini menggunakan 3 perlakuan dan 1 kontrol yaitu perendaman embrio stadia bintik mata dengan dosis AI 10, 20, dan 30 mg/l air. Seratus lima puluh telur yang telah dibuahi dimasukkan ke dalam akuarium berukuran 20x20x20 cm lalu dilarutkan AI pada saat fase bintik mata, selama 18 jam. Lalu dipelihara dalam akuarium 40x60x40 cm selama 45 hari.

Perlakuan perendaman embrio selama 18 jam dalam aromatase *inhibitor* dengan dosis 30 mg/l efektif untuk meningkatkan persentase jantan sebesar 20,26% dari kontrol menjadi 67,46% ($P < 0,05$). Sesuai hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perendaman telur ikan lele yang telah dibuahi dalam larutan AI dosis 30 mg/l dapat meningkatkan jumlah ikan jantan secara efektif, serta perendaman embrio dengan aromatase *inhibitor* tidak mempengaruhi derajat penetasan telur dan tingkat kelangsungan hidup ikan lele sangkuriang *Clarias* sp..

**EFEKTIVITAS AROMATASE *INHIBITOR* PADA
PERENDAMAN EMBRIO TERHADAP *SEX REVERSAL*
IKAN LELE SANGKURIANG *Clarias sp.***

FATAHILLAH MAULANA JUFRIE

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Perikanan pada
Departemen Budidaya Perairan



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN AKUAKULTUR
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

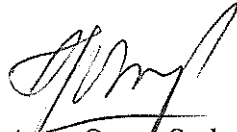
2005

Judul Skripsi : Efektivitas Aromatase *Inhibitor* Pada Perendaman Embrio Terhadap *Sex Reversal* Ikan Lele Sangkuriang *Clarias* sp.

Nama Mahasiswa : Fatahillah Maulana Jufrie

Nomor Pokok : C14102058

Disetujui
Komisi Pembimbing



Dr. Agus Oman Sudrajat
NIP 131 953 476



Diketahui
Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan



Dr. Kadarwan Suwardi
NIP 130 805 031

Tanggal Lulus : 11 OCT 2009



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Maret 2006 s.d. Juli 2006 adalah pengembangbiakan dan genetik ikan, dengan judul Efektifitas Aromatase *inhibitor* Pada Perendaman Embrio Terhadap *Sex Reversal* Ikan Lele Sangkuriang *Clarias* sp.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Dr. Agus Oman Sudrajat M.Sc. selaku dosen pembimbing, Bapak Jauhari beserta staf Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar Sukabumi yang telah memfasilitasi penelitian ini, Dosen serta Staff Departemen Budidaya Perairan, dan kawan-kawan BDP '39 atas bantuannya, serta Prof. A. M Saifuddin dan Dr. Ridwan Dereinda atas bantuan sokongan dananya selama ini. Ungkapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak, Ibu, Kakak dan Adikku atas do'a dan kasih sayangnya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik serta saran dari pembaca. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun semua pihak yang membutuhkan.

Bogor, Oktober 2006

Fatahillah Maulana Jufrie

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 5 Agustus 1983 dari ayah Usmani Jufrie dan ibu Karmina. Penulis merupakan anak keempat dari lima bersaudara.

Pendidikan menengah atas diselesaikan pada tahun 2002 di MA Pesantren Pertanian Darul Fallah, Bogor. Penulis diterima sebagai mahasiswa pada Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor melalui jalur Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru (SPMB) pada tahun 2002.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis pernah magang di PT. Central Pertiwi Bahari dan Balai Budidaya Laut Lampung. Penulis juga pernah menjadi asisten mata kuliah Fisiologi Reproduksi Ikan semester ganjil 2004/2005, Fisiologi Reproduksi Hewan Air semester genap 2004/2005 dan asisten mata kuliah Dasar-dasar Genetika pada semester genap 2005/2006. Selain itu penulis juga aktif menjadi pengurus Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan periode 2004/2005. Tugas akhir dalam pendidikan tinggi diselesaikan dengan menulis skripsi yang berjudul **“Efektivitas Aromatase Inhibitor Pada Perendaman Embrio Terhadap Sex Reversal Ikan Lele Sangkuriang *Clarias sp.*”**.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Ikan Lele Sangkuriang	3
2.2 Determinasi seks (<i>Sex Determination</i>)	4
2.3 Diferensiasi seks (<i>Sex Differentiaion</i>).....	4
2.4 Aromatase.....	5
2.5 Aromatase <i>inhibitor</i>	6
III. BAHAN DAN METHODE.....	8
3.1 Waktu dan Tempat	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.2.1 Wadah dan Alat	8
3.2.2 Ikan Uji.....	8
3.2.3 Aromatase <i>Inhibitor</i>	8
3.2.4 Pakan Ikan	8
3.2.5 Larutan Asetokarmin.....	8
3.2.6 Larutan Tannin	9
3.3 Rancangan Percobaan	9
3.3.1 Rancangan Perlakuan	9
3.3.2 Prosedur Percobaan	9
3.4 Parameter yang Diamati	10
3.4.1 Persentase Ikan Jantan.....	10
3.4.2 Persentase Ikan Betina.....	10
3.4.3 Persentase ikan hermaphrodit.....	11
3.4.4 Persentase ikan indefinitif	11
3.4.5 Derajat penetasan (HR) telur setelah perendaman	11
3.4.6 Tingkat kelangsungan hidup (SR) larva di akhir penelitian	11
3.4.7 Parameter Fisika-Kimia Air	11
3.5 Analisis data	11



Halaman ini merupakan bagian dari dokumen yang telah direvisi dan diperbaiki. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website kami di www.ipb.ac.id.
1. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website kami di www.ipb.ac.id.
2. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website kami di www.ipb.ac.id.
3. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website kami di www.ipb.ac.id.
4. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website kami di www.ipb.ac.id.
5. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website kami di www.ipb.ac.id.
6. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website kami di www.ipb.ac.id.
7. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website kami di www.ipb.ac.id.
8. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website kami di www.ipb.ac.id.
9. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website kami di www.ipb.ac.id.
10. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website kami di www.ipb.ac.id.

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Perbandingan Metode-Metode <i>Sex Reversal</i> ikan lele dengan aromatase <i>Inhibitor</i> (AI).....	7
2. Metode Sampling	11

@Helipita with IPB University

Visi Cipta Pendidikan, Unggah Unggah
 1. Diutamakan mempunyai beberapa atau seluruh kriteria yang harus tercapai secara bertahap dan bertahap bertahap
 a. Perbandingan metode antara metode yang sudah ada, metode yang sudah ada, metode yang sudah ada, metode yang sudah ada
 b. Perbandingan metode antara metode yang sudah ada, metode yang sudah ada, metode yang sudah ada, metode yang sudah ada
 2. Diutamakan mempunyai beberapa atau seluruh kriteria yang harus tercapai secara bertahap dan bertahap bertahap

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Silsilah induk Lele Sangkuriang <i>Clarias</i> sp.....	3
2. Histogram rata-rata derajat penetasan telur (HR) ikan Lele	12
3. Histogram rata-rata kelangsungan hidup (SR) ikan Lele	13
4. Bakal (a) sperma dan (b) sel telur dalam preparat asetokarmin perbesaran 1000 ×	13
5. Histogram rata-rata persentase jenis kelamin ikan Lele	14

Kita Bisa Berprestasi, Ujungnya Untung
 1. Melakukan penelitian sebagai salah satu cara ilmiah yang digunakan untuk mencari jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang diajukan.
 2. Mengetahui hasil penelitian yang diperoleh dari penelitian tersebut.
 3. Mengetahui cara-cara yang digunakan dalam penelitian tersebut.
 4. Mengetahui cara-cara yang digunakan dalam penelitian tersebut.
 5. Mengetahui cara-cara yang digunakan dalam penelitian tersebut.
 6. Mengetahui cara-cara yang digunakan dalam penelitian tersebut.
 7. Mengetahui cara-cara yang digunakan dalam penelitian tersebut.
 8. Mengetahui cara-cara yang digunakan dalam penelitian tersebut.
 9. Mengetahui cara-cara yang digunakan dalam penelitian tersebut.
 10. Mengetahui cara-cara yang digunakan dalam penelitian tersebut.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan lele merupakan salah satu jenis ikan air Tawar yang sudah dibudidayakan secara komersial oleh masyarakat Indonesia. Menurut Dirjen Perikanan Budidaya Departemen Kelautan dan Perikanan, Made L Nurjana, lele menjadi komoditas unggulan karena mudah dibudidayakan, dapat dipelihara dengan padat tebar yang tinggi dalam lahan terbatas di kawasan marginal dan hemat air. Selain itu, lele memiliki pertumbuhan yang cepat, relatif tahan terhadap penyakit, teknologi budidaya lele relatif mudah dikuasai masyarakat, modal usaha dan pemasaran relatif rendah, dipastikan banyak menyerap tenaga kerja, dan terbukti menjadi usaha yang menguntungkan. Sehingga lele bisa diproduksi secara besar-besaran, dan bisa diekspor ke mancanegara dalam jumlah besar (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2006a).

Produksi ikan lele di Indonesia meningkat cukup signifikan dalam beberapa tahun terakhir ini, dari sekitar 60.000 ton tahun 2004, menjadi 79.000 pada tahun 2005. Departemen Kelautan dan Perikanan menargetkan adanya peningkatan rata-rata 20.000 ton per tahun. Dengan sasaran pengembangan produksi lele secara nasional pada tahun 2009 mencapai 175.000 ton (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2006a). Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, diperlukan benih dengan jumlah yang cukup untuk dibesarkan. Cara yang dapat dilakukan adalah pemijahan buatan. Hal ini harus dilakukan dengan cara membunuh induk jantan, dibedah untuk diambil gonadnya. Karena induk ikan lele jantan tidak dapat diambil spermanya dengan cara pengurutan (*Stripping*) (Hernowo dan Suyanto, 2003). Sehingga ketersediaan ikan jantan menjadi faktor yang menentukan dalam kegiatan pembenihan. Ini tentu saja memberikan peluang bagi usaha budidaya ikan lele dengan sistem kelamin tunggal (*monosex culture*) dengan memproduksi ikan lele jantan. Selain itu, perlu dilakukan *monosex culture* karena ikan lele jantan tumbuh lebih cepat dibandingkan ikan lele betina (Beaver *et al.*, 1966; Stone, 1981; Brocks *et al.*, 1982 in Dunham, 2004).

Pengendalian rasio kelamin ini dapat dilakukan melalui mekanisme *sex reversal* pada saat dimulainya diferensiasi kelamin dan berlanjut hingga

diferensiasi kelamin terjadi (Yamamoto, 1969). Menurut Zairin (2002), *sex reversal* dapat diartikan sebagai suatu teknologi yang membalikkan arah perkembangan kelamin menjadi berlawanan. Hal ini dapat dilakukan pada saat *phenocritical period* (Piferrer, 2001), yakni waktu pada saat penentuan kelamin terjadi (Davis and Ludwig, 2004).

Produksi ikan lele jantan telah diujicobakan dengan metode *sex reversal* menggunakan androgen steroid 17α -Metiltestosteron yang ternyata menghasilkan lebih banyak betina dibandingkan jantan (Hurk *et al.*, 1989). Percobaan-percobaan lain untuk menghasilkan ikan lele *monosex* jantan menggunakan hormon androgen juga tidak berhasil (Goudi *et al.*, 1985; Davis, K.B. *et al.*, 2000 in Dunham, 2004). Hal yang bertolak belakang ini disebabkan terdapatnya enzim aromatase pada ikan lele, yang merubah androgen menjadi komponen estrogen (Hurk *et al.*, 1989). Oleh karena itu diperlukan penghambatan terhadap aromatisasi yang dapat dilakukan dengan menggunakan aromatase *inhibitor*. Aromatase *inhibitor* menghambat kerja aromatase dalam sintesis estrogen. Penghambatan sintesis estradiol pada stadia awal menggunakan *inhibitor* dari enzim aromatase dapat menyebabkan maskulinisasi pada ikan *coho* Salmon, *rainbow trout*, *japanese flounder* dan nila (Piferrer *et al.*, 1994c; Guiguen *et al.*, 1999; Almeida-Toledo *et al.*, 2000a; Kitano *et al.*, 2000; Afonso *et al.*, 2001 dalam Davis and Ludwig, 2004).

Perendaman embrio dalam aromatase *inhibitor* telah dapat menghasilkan 20% jantan fungsional pada ikan Salmon (Piferrer *et al.*, 1994), 84,83% jantan pada ikan nilam (*Osteochillus hasselti*) hasil ginogenesis (Wijayanti, 2000), meningkatkan 20% dari kontrol jantan pada ikan nila merah (Nurlaela, 2002).

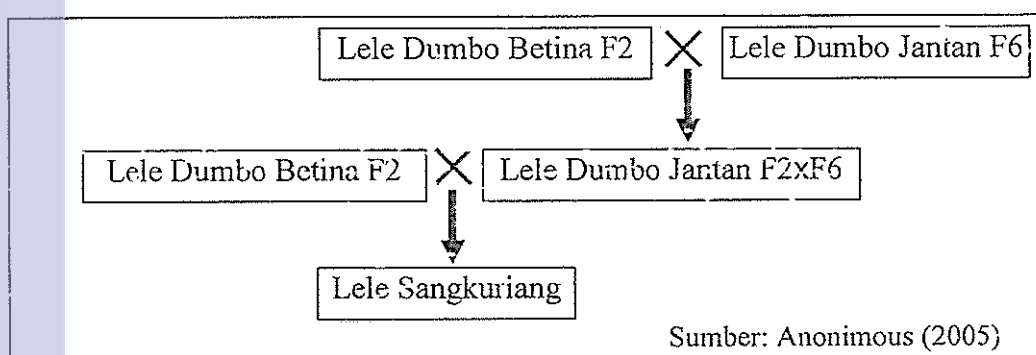
1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis aromatase *inhibitor* yang efektif melalui perendaman embrio ikan lele (*Clarias* sp.) pada stadia bintik mata sebagai upaya maskulinisasi untuk meningkatkan produksi ikan lele (*Clarias* sp.).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Lele Sangkuriang

Ikan lele sangkuriang merupakan hasil perbaikan genetik melalui cara silang balik antara induk betina generasi kedua (F2) dengan induk jantan generasi keenam (F6). Induk betina F2 merupakan koleksi yang ada di Balai Budidaya Air Tawar (BBAT) Sukabumi yang berasal dari keturunan kedua lele dumbo yang diintroduksi ke Indonesia tahun 1985. Sedangkan induk jantan F6 merupakan sediaan induk yang ada di Balai Budidaya Air Tawar Sukabumi. Induk dasar yang didiseminasikan dihasilkan dari silang balik tahap kedua antara induk betina generasi kedua (F2) dengan induk jantan hasil silang balik tahap pertama (F2-6) (Gambar 1).



Gambar 1. Silsilah Ikan Lele Sangkuriang *Clarias* sp.

Ikan lele mempunyai alat nafas tambahan yaitu *arborescent* organ sehingga memungkinkan untuk mengambil oksigen secara langsung di udara. Sifatnya yang toleran terhadap lingkungan yang buruk ini membuat lele diminati untuk dibudidayakan (Hernowo dan Suyanto, 2003).

Habitat lele di alam adalah di perairan tergenang yang relatif dangkal, ada pelindung atau tempat yang agak gelap dan lebih menyukai substrat berlumpur. Ikan lele bersifat nokturnal yaitu ikan yang aktif di malam hari. (Hernowo dan Suyanto, 2003).

Seperti halnya sifat biologi lele dumbo terdahulu, lele Sangkuriang tergolong omnivora. Di alam ataupun lingkungan budidaya, ia dapat memanfaatkan plankton, cacing, insekta, udang-udang kecil dan mollusca sebagai makanannya (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2006b).

Secara morfologi ikan lele jantan dan betina dapat dibedakan dari urogenital papila yang terletak di belakang anus. Ikan lele jantan memiliki urogenital papila yang lebih panjang dan menonjol (Anonymous, 2002 dalam Herjianto, 2006). Induk ikan lele jantan tidak dapat diambil spermanya dengan cara pengurutan (*stripping*), sehingga induk jantan harus dibunuh terlebih dahulu kemudian diambil testisnya (Hernowo dan Suyanto, 2003).

2.2 Determinasi seks (*Sex Determination*)

Determinasi seks digunakan untuk menggambarkan proses genetik dan lingkungan, dan variable yang mempengaruhi diferensiasi seks atau disebut juga pengendali primer yang mempengaruhi keadaan diferensiasi seks (Devlin dan Nagahama, 2002).

Jenis kelamin suatu individu ditentukan oleh faktor genetik dan lingkungan. Kedua faktor tersebut akan bekerja secara sinergis untuk menentukan fenotip suatu karakter (Yatim, 1986). Secara genetik, jenis kelamin suatu individu sudah ditetapkan pada waktu pembuahan (Matty, 1985). Namun pada saat embrio, gonad atau organ kelamin primer masih berada dalam keadaan indeferen, yaitu keadaan dimana bakat-bakat untuk menjadi jantan atau betina dalam bentuk rudimeter dimana semua kelengkapan struktur-struktur jantan dan betina sudah ada, hanya menunggu perintah Diferensiasi dan penekanan ke arah aspek-aspek jantan atau betina (Toelihere, 1981).

Yamamoto (1969), menyatakan apabila faktor jantan lebih dominan daripada faktor betina maka zigot akan tumbuh menjadi jantan, demikian sebaliknya. Dengan demikian keseimbangan penentuan kelamin akan bervariasi dari satu spesies dengan spesies lain bergantung pada pengaturan gen epistasis (*superior*) dalam kromosom kelamin.

2.3 Diferensiasi seks (*Sex Differentiation*)

Diferensiasi seks adalah proses perkembangan gonad setelah seks di determinasikan (Devlin dan Nagahama, 2002). Zairin (2002) menambahkan proses diferensiasi merupakan proses perkembangan gonad ikan menjadi jaringan yang definitif. Proses ini terdiri dari serangkaian kejadian yang memungkinkan seks genotip terekspresi menjadi seks fenotip. Diferensiasi kelamin pada ikan

lebih labil dibandingkan pada vertebrata yang lebih tinggi (Hunter dan Donaldson, 1983).

Walaupun determinasi ikan ditentukan oleh genom individu, tetapi pengalihan dari kelamin genotip ke kelamin fenotip dapat didorong oleh proses biokimia yang dapat dipengaruhi oleh lingkungan (Chan dan Yeung, 1983). Pengarahan diferensiasi kelamin adalah suatu tehnik untuk mengubah jenis kelamin secara buatan dari ikan jantan secara genetik menjadi ikan betina atau sebaliknya. Pengarahan ini disebut tehnik *sex reversal*, secara buatan dimungkinkan karena pada awal perkembangan embrio atau larva belum terjadi Yamazaki (1983) menyatakan, Diferensiasi kelamin terjadi setelah telur menetas juga sebelum atau sesudah ikan mulai makan.

Proses ini terdiri dari serangkaian kejadian yang memungkinkan genotip seks terekspresi menjadi fenotip seks. Proses diferensiasi seks terlebih dahulu terjadi pada ikan betina dan kemudian baru terjadi pada jantan. Proses diferensiasi sangat dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Pada kondisi normal tanpa adanya gangguan, perkembangan gonad akan terjadi secara normal. Akan tetapi, apabila ada intervensi dari luar dengan bahan tertentu seperti hormon, maka perkembangan gonad dapat berlangsung berlawanan dari yang seharusnya (Zairin, 2002). Menurut Hurk *et al.* (1989) diferensiasi pada ikan lele aŕfrika (*Clarias gariepinus*) terjadi selama 28 hari dari sejak menetas dan gonadnya terlihat jelas secara mikroskopis pada umur 42 hari dipelihara pada suhu 25°C.

2.4 Aromatase

Aromatase adalah enzim yang kritis untuk biosynthesis estradiol-17 β dari testosteron (Nakamura, 2000). Menurut Brodie (1991) aromatase pada otak beberapa spesies dapat berperan mengontrol diferensiasi seks. Dan bila aktivitas aromatase tinggi pada periode kritis sangat berpengaruh terhadap diferensiasi seks (Smith *et al.*, 1994). Aromatase telah ditemukan pada beberapa spesies ikan yang ekspresinya di otak dan gonad dan perbandingan *sequence* terungkap bahwa bentuk aromatase di otak dan gonad berbeda (Tchoudakova dan Callard, 1998 dalam Devlin dan Nagahama, 2002). Walaupun belum diketahui apakah fungsi katalis dari kedua enzim ini berbeda nyata, bentuk otak dari aromatase di

ekspresikan dalam level yang tinggi di jaringan *neural* dan dalam level yang rendah di gonad, sedangkan aromatase bentuk gonad hanya terekspresikan di gonad. (Tchoudakova and Callard, 1998 dalam Devlin dan Nagahama, 2002), diduga perbedaan penting dalam produksi seks steroid yang mungkin mempengaruhi pengaturan seks diferensiasi (Devlin dan Nagahama, 2002). Baru-baru ini, bentuk gonad dari aromatase telah menunjukkan terekspresi pada dua level berbeda antar individu embrio *zebrafish* pada saat seks determinasi (Trant *et al.*, 2001 dalam Devlin dan Nagahama, 2002), diduga peran yang mungkin dari gen ini dalam mengendalikan seks diferensiasi, atau hal ini merespon secara diferensial ke perkembangan gonad yang terjadi di jantan atau betina (Devlin dan Nagahama, 2002).

2.5 Aromatase *inhibitor*

Aromatase *inhibitor* berfungsi untuk menghambat kerja aromatase dalam sintesis estrogen. Penghambatan ini mengakibatkan terjadinya penurunan konsentrasi estrogen yang mengarah pada tidak aktifnya transkripsi dari gen aromatase sebagai feedbacknya (Balthazart dan Ball, 1989 dalam Server *et al.*, 1999). Penurunan rasio estrogen terhadap androgen menyebabkan terjadinya perubahan penampakan dari betina menjadi menyerupai jantan, dengan kata lain terjadi maskulinisasi karakteristik seksual sekunder (Davis *et al.*, 1999).

Aromatase *inhibitor* dapat menyebabkan *sex reversal* (Kroon and Liley, 2000 dalam Devlin dan Nagahama, 2002). Perlakuan dengan aromatase *inhibitor* dapat melawan efek maskulinisasi (Kwon *et al.*, 2004 dalam Devlin dan Nagahama, 2002).

Secara umum aromatase *inhibitor* menghambat aromatase melalui dua cara, yaitu dengan menghambat proses transkripsi dari gen-gen aromatase sehingga mRNA tidak terbentuk dan sebagai konsekuensinya enzim aromatase tidak ada (Server *et al.*, 1999) atau melalui cara bersaing dengan substrat alami (testosteron) sehingga aktivitas aromatase tidak berjalan (Brodie, 1991).

Menurut Wozniak *et al.*, (1992) terdapat dua jenis aromatase *inhibitor*, yaitu aromatase *inhibitor* steroid dan aromatase *inhibitor* non steroid. Contoh dari aromatase *inhibitor* steroid adalah 1,4,6-androstatrien-3,17-dione (ATD) dan 4-hydroxy-androstenedione (4-OH-A), sedangkan aromatase *inhibitor* non steroid

diantaranya adalah imidazole (Hutchison *et al.*, 1997) dan fadrozole (Affonso *et al.*, 2000). Aromatase *inhibitor* non steroid lebih efektif dalam menghambat aktivitas aromatase dibandingkan dengan aromatase *inhibitor* steroid (ATD atau 4-OH-A). Mekanisme penghambatan aromatase oleh aromatase *inhibitor* yang digunakan melalui cara bersaing dengan substrat alami dari enzim yang selanjutnya berinteraksi dengan sisi aktif dari enzim, mengikatnya dan tidak dapat kembali lagi sehingga mengakibatkan ketidakaktifan dari enzim (Brodie, 1991).

Pada ikan Salmon, aromatase *inhibitor* telah berhasil menghasilkan jantan fungsional sebesar 20% melalui perendaman telur selama 2 jam dengan dosis 10 mg/l (Piferrer *et al.*, 1994), Pemberian aromatase *inhibitor* ini telah terbukti mampu menghasilkan jantan sebanyak 38,89% pada ikan cupang (*Betta sp.*) melalui perendaman embrio dengan dosis 30 mg/l (Wulansari, 2002), meningkatkan persentase jantan pada ikan nila merah sebesar 20% dari kontrol melalui perendaman embrio selama 10 jam dengan dosis 20 mg/l dengan persentase jantan 82,22% (Nurlaela, 2002), pada ikan nilem (*Osteochilus hosseiti*) dengan persentase jantan 84,83% (Wijayanti, 2002), dan pada ikan gapi (*Poecilia reticulata*) sebesar 14% melalui perendaman induk selama 10 jam dengan dosis 50 mg/l dengan persentase jantan 54,29% (Mazida, 2002).

Tabel 1. Perbandingan Metode-Metode *Sex Reversal* ikan lele dengan aromatase *Inhibitor* (AI)

	Perendaman Larva	Perendaman <i>Daphnia sp.</i>
Dosis AI (mg/l)	20	1000
Waktu perlakuan	D0	D5-42
Persentasi Jantan (%)	72,9	74,78
SR (%)	78,89	77,71
Sumber:	Utomo (2006)	Aristya (2006)

disimpan dalam botol yang ditutup rapat dan disimpan pada suhu ruang (Zairin, 2002).

3.2.6 Larutan Tannin

Larutan Tannin digunakan untuk menghilangkan sifat lengket pada telur. Tannin yang digunakan adalah tannin *acid powder pure* (Merck & Co, New Jersey) dengan rumus kimia ($C_{76}H_{52}O_{46}$). Larutan ini dibuat dengan melarutkan 1 gram tannin dalam 2 liter air (Woynarovich, 1983).

3.3 Rancangan Percobaan

3.3.1 Rancangan Perlakuan

Percobaan terdiri dari tiga perlakuan dan satu kontrol, masing-masing perlakuan diulang sebanyak empat kali. Perlakuan tersebut adalah:

1. Perlakuan 1, tanpa perendaman dengan aromatase *inhibitor*.
2. Perlakuan 2, yaitu perendaman aromatase *inhibitor* dengan dosis 10 mg/l
3. Perlakuan 3, yaitu perendaman aromatase *inhibitor* dengan dosis 20 mg/l
4. Perlakuan 4, yaitu perendaman aromatase *inhibitor* dengan dosis 30 mg/l

3.3.2 Prosedur Percobaan

Percobaan dilakukan dalam empat tahap persiapan, perlakuan, pemeliharaan, dan pengamatan.

1. Tahap Persiapan

Pemijahan buatan ikan lele di Balai Budidaya Air Tawar (BBAT) Sukabumi dengan menyuntikan ovaprim 12 jam sebelum pemijahan untuk merangsang ikan lele agar memijah (Lampiran 1). Setelah induk siap memijah, induk betina distriping dan induk jantan dibedah serta diambil gonadnya (Lampiran 2-3). Pembuahan dilakukan dengan mencampur telur dan sperma dalam satu wadah dan diaduk dengan menggunakan bulu ayam. telur yang telah difertilisasi (Lampiran 4) di masukkan ke dalam larutan tannin selama 5 menit, lalu dibilas dengan air. Setelah itu telur di-*packing* dengan perbandingan oksigen dan air 3:1 (Lampiran 5). Lalu ditransfer dengan menggunakan kendaraan ke Laboratorium Sistem dan Teknologi, di Departemen Budidaya Perairan, Institut Pertanian Bogor.

Telur dimasukkan ke dalam akuarium yang berukuran 20x20x20 cm dengan aerasi kuat sampai berumur 5 hari (Lampiran7). Untuk menghindari timbulnya

jamur selama masa inkubasi dilakukan pemberian metilen *blue* sebanyak 2-5 mg/l.

2. Tahap Perlakuan

Perlakuan dimulai pada embrio berumur 12 jam, yakni pada saat dimulainya fase bintik mata. Embrio direndam dalam aromatase *inhibitor* (*Imidazole*) dengan dosis 0 (kontrol), 10, 20, dan 30 mg/l selama 18 jam dengan kepadatan 150 embrio tiap perlakuan. Setelah perendaman, larva dipindahkan ke akuarium berukuran 40x60x40 cm.

3. Tahap Pemeliharaan

Larva dipelihara pada akuarium berukuran 40x60x40 cm sampai berumur 1,5 bulan. Pergantian air dilakukan tiga hari sekali sebanyak 30-80% volume awal dan analisa kualitas air di tengah pemeliharaan.

4. Tahap Pengamatan

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah persentase jenis kelamin jantan, derajat penetasan telur, dan tingkat kelangsungan hidup larva di akhir penelitian.

Penentuan jenis kelamin dilakukan dengan pewarnaan asetokarmin yaitu dengan cara pemberian beberapa tetes larutan asetokarmin pada gonad ikan yang telah dicacah dan diletakkan di atas gelas objek (Lampiran 8-9). Setelah itu didiamkan beberapa menit, kemudian diamati di bawah mikroskop.

3.4 Parameter yang Diamati

Parameter-parameter yang diamati adalah:

3.4.1 Persentase Ikan Jantan

$$IJ = \frac{N_j}{N_s} \times 100\%$$

Keterangan: N_j = Jumlah ikan jantan teramati (ekor)

N_s = Jumlah ikan yang diamati (ekor)

3.4.2 Persentase ikan betina

$$IB = \frac{N_b}{N_s} \times 100\%$$

Keterangan: N_b = Jumlah ikan betina teramati (ekor)

N_s = Jumlah ikan yang diamati (ekor)

3.4.3 Persentase ikan hermaprodit

$$IH = \frac{N_h}{N_s} \times 100\%$$

Keterangan: N_h = Jumlah ikan hermaprodit teramati (ekor)

N_s = Jumlah ikan yang diamati (ekor)

3.4.4 Persentase ikan indefinitif

$$IH = \frac{N_i}{N_s} \times 100\%$$

Keterangan: N_i = Jumlah ikan indefinitif teramati (ekor)

N_s = Jumlah ikan yang diamati (ekor)

3.4.5 Derajat penetasan (HR) telur setelah perendaman

$$HR = \frac{N_l}{N_f} \times 100\%$$

Keterangan: N_l = Jumlah larva/ telur yang menetas (ekor)

N_f = Jumlah telur yang dibuahi (ekor)

3.4.6 Tingkat kelangsungan hidup (SR) larva di akhir penelitian

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

Keterangan: N_t = Jumlah ikan pada akhir percobaan (ekor)

N_o = Jumlah ikan pada awal percobaan (ekor)

3.4.7 Parameter Fisika - Kimia Air

Pengambilan sampel dilakukan pada tengah penelitian. Parameter yang diukur adalah: suhu, DO, pH, dan alkalinitas dan Amoniak (Lampiran 20).

Tabel 2. Metode Sampling

No	Parameter	Satuan	Alat	Metode
1	Suhu	°C	Termometer	Pembacaan skala
2	pH	-	pH meter	Pembacaan skala
3	DO	mg/l	DO meter	Pembacaan skala
4	Amoniak	mg/l	Biuret	Titrasi

3.5 Analisis Data

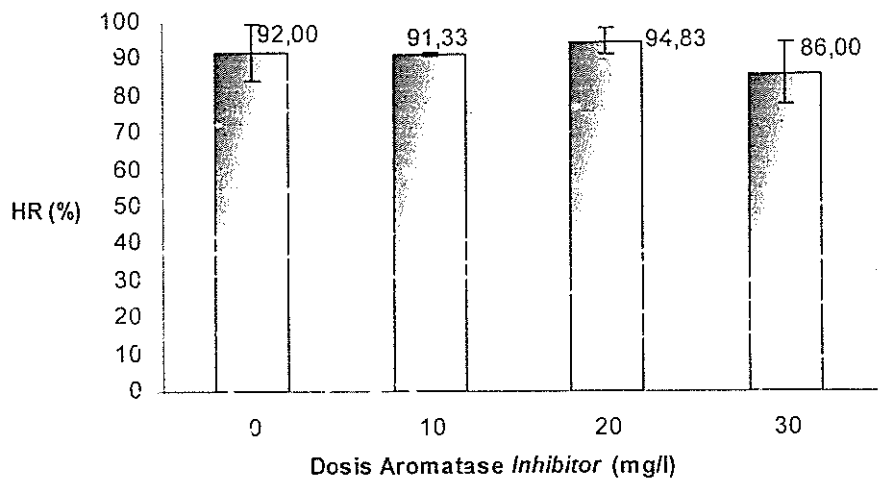
Model umum yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dihitung menggunakan SPSS Versi 13. Kemudian dianalisis dengan ANOVA. Apabila ternyata berbeda nyata, maka akan diuji lanjut dengan menggunakan uji Duncan (Lampiran 10-19).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Derajat penetasan (HR) telur setelah perendaman

Derajat penetasan telur rata-rata ikan lele sangkuriang *Clarias* sp. pada masing-masing perlakuan perendaman dalam dosis 10, 20, dan 30 mg/l serta kontrol Pada Gambar 2. Terlihat bahwa derajat penetasan telur rata-rata pada perlakuan 0, 10, 20 dan 30 mg/l AI masing-masing berturut-turut adalah 92,00%, 91,33%, 94,83%, dan 86,00%.

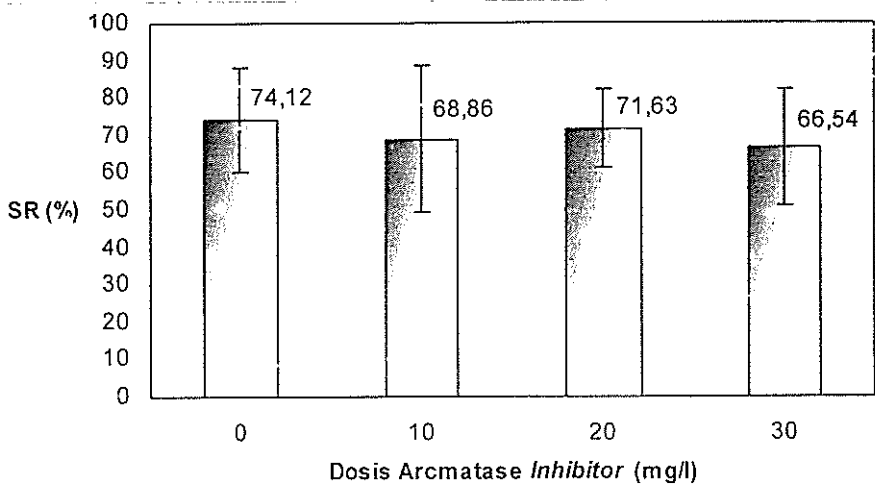


Gambar 2. Histogram rata-rata derajat penetasan telur (HR) ikan Lele

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata pada derajat penetasan telur ikan lele antara semua perlakuan dengan kontrol pada taraf kepercayaan 95%.

4.1.2 Tingkat kelangsungan hidup (SR) larva di akhir penelitian

Tingkat kelangsungan hidup rata-rata ikan lele sangkuriang *Clarias* sp. selama pemeliharaan pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada lampiran. Pada Gambar 3 terlihat bahwa kelangsungan hidup rata-rata pada masing-masing perlakuan berturut-turut adalah 74,12%, 68,86%, 71,63%, dan 66,54%.

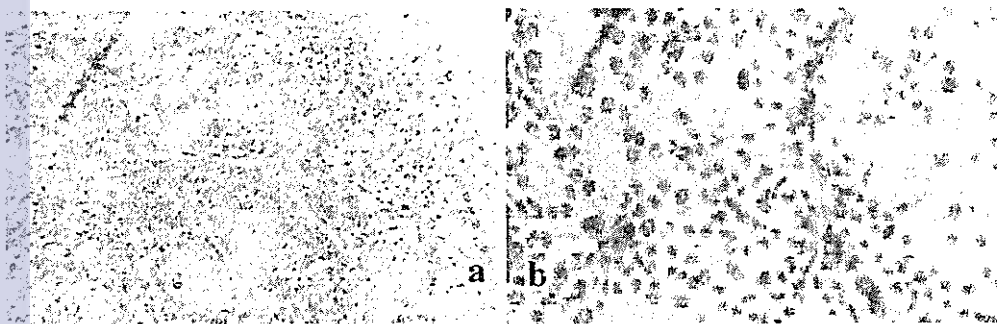


Gambar 3. Histogram rata-rata kelangsungan hidup (SR) ikan Lele

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata pada tingkat kelangsungan hidup ikan lele antara semua perlakuan dengan kontrol pada taraf kepercayaan 95%.

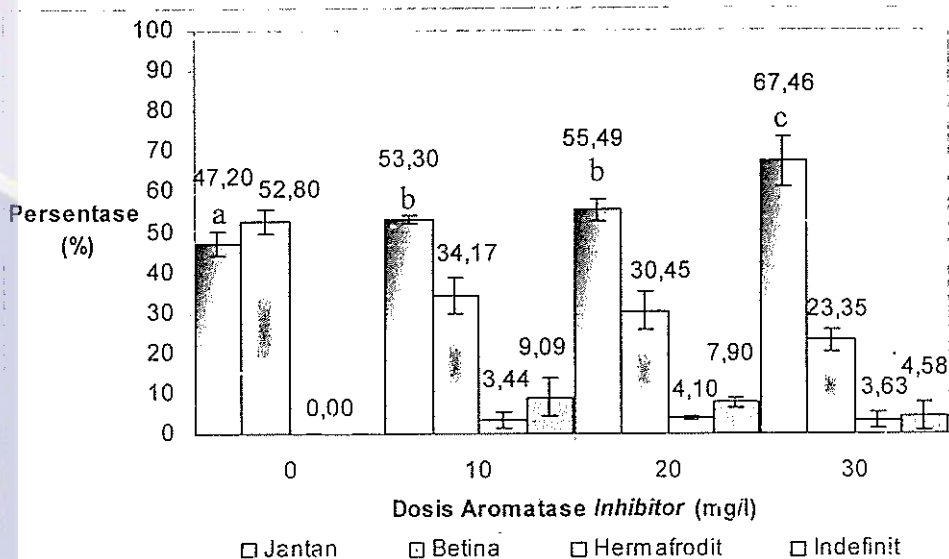
4.1.3 Persentase Jenis Keiamin Ikan Lele

Pengamatan jaringan gonad ikan lele (*Clarias sp.*) dengan menggunakan teknik pewarnaan asetokarmin memperlihatkan bahwa pada perlakuan dengan perendaman telur pada aromatase inhibitor (*imidazole*) ditemukan bakal gonad betina dan jantan yang diamati secara mikroskopis (Gambar 4).



Gambar 4. bakal (a) sperma dan (b) sel telur dalam preparat asetokarmin perbesaran 1000 ×

Persentase jenis kelamin ikan lele hasil identifikasi pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada lampiran. Secara umum persentase ratio kelamin jantan pada ikan lele kontrol lebih kecil dibandingkan dengan semua perlakuan. Rata-rata persentase rasio kelamin jantan pada kontrol sebesar 47,20%. Sedangkan persentase rata-rata tertinggi pada perlakuan perendaman dengan dosis AI 30 mg/l sebesar 67,46%.



Gambar 5. Histogram rata-rata persentase jenis kelamin ikan Lele

Keterangan: huruf superskrip yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95 %

Hasil analisis sidik ragam terhadap persentase kelamin jantan ikan lele, menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan dengan kontrol pada taraf kepercayaan 95%. Perbedaan rata-rata persentase jenis kelamin jantan ditunjukkan pada Gambar 5.

Uji lanjut, menggunakan uji nilai rataan yaitu uji Duncan. Hasil uji Duncan ini menunjukkan bahwa kontrol berbeda nyata terhadap perlakuan perendaman AI 30 mg/l.

Rata-rata persentase jenis kelamin betina kontrol lebih tinggi dibandingkan semua perlakuan. Persentase jenis kelamin betina kontrol sebesar 52,80%. Hasil analisis sidik ragam terhadap rata-rata jenis kelamin betina, dan indefinitif menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan dengan kontrol pada taraf kepercayaan 95%. Sedangkan hasil analisis sidik ragam terhadap rata-rata ikan lele hermafrodit menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antara perlakuan dengan kontrol pada taraf kepercayaan 95%.

4.2 Pembahasan

Derajat penetasan telur dan tingkat kelangsungan hidup ikan merupakan dua hal yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan produksi. Produksi dikatakan berhasil jika derajat penetasan telur dan kelangsungan hidup tinggi di

pembenihan. Pemberian bahan-bahan dari luar sebagai perangsang baik untuk pertumbuhan maupun untuk manipulasi kelamin dapat berpengaruh terhadap derajat penetasan telur dan tingkat kelangsungan hidup ikan.

Perendaman embrio ikan lele pada fase bintik mata dengan aromatase *inhibitor* tidak berpengaruh terhadap derajat penetasan telur. Derajat penetasan telur ikan lele perlakuan 86,00 sampai 94,83%, dengan rata-rata derajat penetasan telur 91,04%, masih di atas rata-rata yang dihasilkan oleh ikan lele dumbo pada umumnya ($> 80\%$) dan ikan lele sangkuriang khususnya ($>90\%$) (Aninymous, 2005).

Seperti halnya derajat penetasan telur, aromatase *inhibitor* juga tidak mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup ikan lele. Hal ini didukung oleh Hurk *et al.* (1989) bahwa tidak ada pengaruh antara mortalitas dengan pemberian hormon. Ditambahkan juga oleh Kwon *et al.* (2000), yang menyatakan bahwa tidak ada hubungan statistik antara mortalitas dengan perlakuan aromatase *inhibitor*.

Persentase rata-rata tingkat kelangsungan hidup ikan lele (*Clarias sp.*) selama pemeliharaan berkisar antara 66,54% sampai dengan 74,12%. Hal ini menunjukkan tingkat kelangsungan hidup yang cukup baik dan tidak dipengaruhi oleh perendaman aromatase *inhibitor* ($P>0,05$). Tingkat kelangsungan hidup ikan lele tersebut disebabkan karena kualitas air pemeliharaan berada dalam kondisi yang optimal, dengan kandungan oksigen rata-rata $3,84 \pm 0,63$ mg/l antara 2,17 sampai 5,15 mg/l. Kandungan oksigen tersebut sudah cukup baik bagi ikan lele, karena ikan lele tergolong ikan labirintisi yang memiliki alat pernapasan tambahan, sehingga dapat hidup pada kandungan oksigen lebih dari 1 mg/l (Anonimous, 2005). Kadar amoniak media pemeliharaan pun cukup rendah yakni antara 0,00047 sampai 0,00311 mg/l.

Berdasarkan hasil yang diperoleh perendaman telur dalam larutan aromatase *inhibitor* memberikan pengaruh terhadap pengarahannya pembentukan jenis kelamin jantan ikan lele. Aromatase *inhibitor* yang terlarut diduga diserap oleh larva melalui proses difusi. Seperti halnya hormon, aromatase *inhibitor* diduga masuk ke dalam plasma melalui membran sel secara difusi (Misnawati, 1997). Diduga aromatase *inhibitor* yang masuk ke dalam sel langsung berhubungan dengan sisi

aktif dari enzim dan mengikatnya sehingga sisi aktif tersebut tidak ditempati oleh substrat alami (testosteron) (Brodie, 1991).

Persentase kelamin jantan tertinggi diperoleh dengan dosis aromatase *inhibitor* 30 mg/l yaitu sebesar 67,46%. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa antara kontrol dengan dosis aromatase *inhibitor* 30 mg/l berbeda nyata. Hal ini menggambarkan bahwa perendaman telur dalam larutan aromatase *inhibitor* 30 mg/l berpengaruh terhadap pengarahannya jenis kelamin ikan lele. Perendaman telur dalam aromatase *inhibitor* dapat meningkatkan persentase kelamin jantan pada ikan salmon (Piferrer *et al.*, 1994), ikan nilam (*Osteochilus hasselti*) (Wijayanti, 2002), ikan cupang (*Betta sp.*) (Wulansari, 2002), ikan nila merah (Nurlaela, 2002) dengan dosis yang berbeda-beda. Hal ini mungkin disebabkan oleh perbedaan jenis aromatase *inhibitor*, karena tiap jenis aromatase *inhibitor* memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam mengikat sisi aktif enzim aromatase (Chen *et al.*, 1997 dalam Nurlaela, 2002). Selain itu, tingkat keberhasilan suatu bahan mempengaruhi pengarahannya pembentukan kelamin dipengaruhi oleh lama waktu pemberian, waktu pemberian dan dosis pemberian serta faktor lingkungan (Nagy *et al.*, 1981). Hasil yang dicapai belum mencapai 100% diduga karena ada beberapa ikan uji yang belum dapat teridentifikasi jenis kelaminnya (indefinitif). Adanya ikan yang indefinitif dimungkinkan karena kurang lamanya masa pemeliharaan. Diduga individu-individu indefinitif ini pertumbuhannya mengarah ke pembentukan kelamin jantan jika dipelihara lebih lanjut. Hal ini dapat dilihat pada penelitian Utomo (2006) yang dapat menghasilkan lele jantan hingga 72,90%, pada perendaman larva umur nol (0) hari dengan metode yang tidak jauh berbeda akan tetapi tidak ditemukan ikan lele yang indefinitif. Hal ini mungkin terjadi karena pengamatan sample gonad dilakukan terlalu muda (45 hari setelah menetas), sedangkan pada penelitian Utomo (2006) pengamatan dilakukan pada hari ke-60 setelah menetas. Selain itu lebih rendahnya persentase jantan yang didapat pada perendaman embrio diduga disebabkan adanya pengaruh dari larutan tannin, karena tannin bekerja tidak hanya menghilangkan lapisan lengket yang ada di telur ikan lele (Woynarovich, 1983), akan tetapi juga melengkapi proses pengerasan telur (FAO, 2006). Sehingga diduga lebih mempersulit masuknya aromatase *inhibitor* secara difusi ke

dalam embrio ikan lele.

Masih rendahnya persentase jantan pada perendaman embrio juga diduga disebabkan terdapatnya individu-individu hermafrodit. Hal ini mungkin terjadi karena dosis yang kurang dalam penggunaan aromatase *inhibitor*. Sehingga masih diperlukan dosis perendaman yang maksimal agar dapat menghambat aktivitas enzim aromatase. Dan diduga juga disebabkan oleh pengaruh lama perendaman, karena perendaman dilakukan selama 18 jam, hal ini didasarkan pada Zairin (2002) yang menyatakan perendaman dilakukan sebelum telur menetas. Sedangkan pada penelitian pada ikan nila lama perendaman embrio 10 jam dapat meningkatkan persentase jantan lebih tinggi dengan dosis yang lebih rendah (Nurlaela, 2002).

Berdasarkan hasil yang diperoleh, aromatase *inhibitor* dapat digunakan untuk meningkatkan persentase jantan ikan lele. Perendaman embrio dengan dosis 30 mg/l merupakan dosis efektif untuk aplikasi aromatase *inhibitor* dibandingkan dengan dosis 10 dan 20 mg/l. Perendaman embrio berumur 12 jam setelah menetas dalam larutan aromatase *inhibitor* selama 18 jam dapat meningkatkan persentase jantan sebesar 20,26% dari kontrol menjadi 67,46%.

Diharapkan hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk memfasilitasi produksi induk jantan bagi pengembangan pemijahan buatan pada ikan lele.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Perlakuan pemberian dosis aromatase *inhibitor* (0, 10, 20 dan 30 mg/l) melalui perendaman embrio pada fase bintik mata memberikan pengaruh yang nyata terhadap persentase kelamin jantan yang dihasilkan tetapi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap derajat penetasan telur dan tingkat kelangsungan hidup ikan lele sangkuriang *Clarias* sp.

Perlakuan perendaman embrio dalam aromatase *inhibitor* dengan dosis 30 mg/l efektif untuk meningkatkan persentase jantan sebesar 20,26% dari kontrol menjadi 67,46%

5.2 Saran

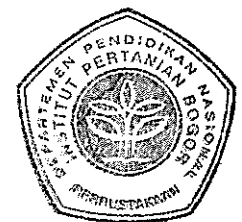
Diperlukan penelitian lebih lanjut akan lama perendaman embrio dan dosis yang maksimal dari aromatase *inhibitor*. Dan agar persentase jantan yang didapat bisa lebih signifikan perlu dilakukan pemeliharaan sampai ikan berumur 60 hari setelah menetas.

DAFTAR PUSTAKA

- Afonso, L.O.B., Iwama, G.K., Smith, J., and Donaldson, E.M. 2000. Effects of the Aromatase Inhibitor Fadrozole On Reproductive Steroids And Spermiation In Male Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*) during sexual maturation. *Aquaculture* 188: 175-187
- Anonimous. 2005. Kumpulan Makalah Catfish dan Labirin Tahun 2004-2005. BBAT Sukabumi. Dirjen Perikanan Budidaya. DKP.
- Aristya, Z. 2006. Efektivitas Dosis Aromatase Inhibitor Yang Diberikan Melalui *Daphnia Daphnia* sp. Terhadap Sex Reversal Ikan Lele Sangkuriang *Clarias* sp. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Brodie, A. 1991. Aromatase and Its Inhibitor. An Overview. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* 40: 255-261.
- Chan, S.T.H. and W.B. Yeung. 1983. Sex Control and Sex Reversal in Fish under Natural Condition. P: 171-222 in W.S. Hoar, D.J. Randal and E.M. Donaldson, Eds. *Fish Physiology*. Volume. IXB. Academic Press. New York.
- Davis, R. B., B. A. Simco, C. A. Groudie, N. C. Parker, W. Couldwell, and P. Snellgrove. 1999. Hormonal Sex Manipulation and Evidence for Female Homogamety in Channel Catfish. *Gen. Comp. Endocr.* 78:219-223
- Davis, K.B., and Ludwig G.M. 2004. Hormonal Effects on Sex Differentiation and Growth in Sunshine Bass *Marone chrysops* x *Marone saxatilis*. *Aquaculture* 231:587-596.
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2006a. Kebijakan DKP: Perikanan Budidaya-Potensi Ekspor Lele Besar. <http://www.dkp.go.id/content.php?c=2823> [1 Oktober 2006].
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2006b. Budidaya Lele Sangkuriang (*Clarias* sp.). <http://www.dkp.go.id/> [9 Februari 2006]
- Devlin, R.H, and Y. Nagahama . 2002. Sex determination and Sex Differentiation in Fish: an Overview of Genetic, Physiological, and Environmental Influences. *Aquaculture* 208:191-364
- Dunham, R. A. 2004. *Aquaculture and Fisheries Biotechnology Genetic approaches*. CABI Publishing. London. UK.
- FAO. 2006. Artificial Fertilization and Hardening of The Eggs. <http://www.fao.org/DOCREP/X5085E/X5085E08.htm> [10 Oktober 2006]
- Herjiyanto, A. 2006. Upaya Maskulinisasi Induk Ikan Lele Dumbo *Clarias* sp. yang Telah diovariektomi Parsial dengan Metode Implantasi Hormon 17α -Metiltestosteron. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Herwono, Suyanto, S. R. 2003. Pembenuhan dan Pembesaran Lele di Pekarangan, Sawah dan Longyam. Penebar Swadaya. Jakarta. 86 hal.

- Hunter, G.A., Donaldson, E.M., 1983. Hormonal Sex Control and Its Application to Fish Culture. In: Hoar, W.S., Randall, D.J., Donaldson, E.M.: (Eds.), *Fish Physiology*, IXB. Academic Press, New York, pp. 223-303
- Hurk, R.V.D., Richter, C.J.J., and Janssen-Dommerholt, J. 1989. Effects of 17α Methyltestosterone and 11β -hydroxyandrostenedione on Gonad Differentiation In The African catfish, *Clarias gariepinus*. *Aquaculture* 83, 179-191.
- Hutchison, J. B. 1993. Aromatase: Neuromodulator in The Control of Behaviour. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* 44:509-520.
- Kwon, J.Y., V. Haspanah, L.M. Hurtado, B. McAndrew and D. Penman. 2000. Masculinization of Genetic Female Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) by Dietary Administration of An Aromatase Inhibitor During Sexual Differentiation. *Journal of Experimental Zoology*. 287: 46-53. Willey-Liss Inc.
- Matty, A.J. 1985. *Fish Endroconology*. England. 265p.
- Mazzida, A. N. 2002. Pengaruh aromatase *inhibitor* terhadap nisbah kelamin ikan Gapi (*Poecilia reticulata* Peters). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Misnawati, H. 1997. Pengaruh Tingkat Pemberian Hormon 17α -Metiltestosteron kepada Larva Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Terhadap nisbah kelaminnya. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Nagy, A., M. Beresenyi and V. Canyi. 1981. Sex Reversal in Carp (*Cyprinus carpio*) by Oral Administration of Methyltestosterone. *Canadian Journal Fish Aquaculture Science*. 38: 725-728.
- Nakamura, M. 2000. Gonadal Sex Differentiation in Fish and The Effects of Environment Endocrine Disrupters. In: *Proceeding of International Symposium on Environmental Endocrine Disrupters 2000*. December 16 – 18, 2000.
- Nurlaela. 2002. Pengaruh Dosis Aromatase *Inhibitor* pada Perendaman Embrio terhadap Nisbah Kelamin Ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp.). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Piferrer, F. 2001. Endocrine Sex Control Strategies For The Feminization of Teleost Fish. *Aquaculture* 197: 229-281
- Piferrer, F., S. Zanuy, M. Carrio, I.I. Solar, R.H. Devlin, and E.M. Donaldson. 1994. Brief Treatment with and Aromatase Inhibitor During Sex Differentiation Causes Chromosomally Female Salmon to Develop as Normal, Functional Males. *Journal of Experimental Zoology* 270:255-265.
- Server, D.M. Halliday, V. Waight, J. Brown, H. A. Davies, and E.C. Moriarty. 1999. Sperm Sorage in Female of The Smooth New (*Triturus vulgaris* L.) I. Ultrastructure of The Spermathecal During The Beeding Season. *Journal of Experimntal Zoology*. 283:51-70: Wiley-Liss Inc.

- Smith, C.A., K.E. Pam, W.L. Jeffrey, M.P. Jean. 1994. Aromatase Enzyme Activity During Gonadal Sex Differentiation in Alligator Embryos. *Differentiation* 58: 281-290.
- Toelihere, M.R. 1981. Fisiologi Reproduksi pada Hewan Ternak. Angkasa. Bandung. 327 Hal.
- Utomo, D.S.C. 2006. Efektivitas Aromatase Inhibitor melalui Perendaman pada Benih Ikan Lele Sangkuriang *Clarias sp.* yang Berumur 0, 2, dan 4 hari Setelah Menetas. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Wijayanti, D.R. 2002. Pengaruh Aromatase *Inhibitor* Terhadap Nisbah Kelamin Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti* C.V.) Hasil Ginogenesis. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Wojnarovich, E. 1983. Central African Republic Artificial Propagation Of *Clarias* Lazera at The Fish Culture Centre Hatchery, Bangui-Landjia. A report prepared for the Hatchery Production and Research Centre Project, Food And Agriculture Organization (FAO) Of The United Nations. Rome. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB637E/AB637E00.htm#TOC> [1 Oktober 2006]
- Wozniak, A., S.D. Holman, and J.B. Hutchinson. 1992. In Vitro Potency and Selectivity of The Non-Steroidal Androgen Aromatase Inhibitor CGS 16949A Compared to Steroidal Inhibitor in The Brain. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* 43:281.
- Wulansari, R.S. 2002. Pengaruh Dosis Aromatase *Inhibitor* terhadap nisbah kelamin ikan Betta (*Betta sp.*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Yamamoto, T. 1969. Sex differentiation. In: Hoar, W.S., Randall, D.I. (Eds.), *Fish Physiology*. Vol. III. Academic Press. New York, pp. 117-175.
- Yamazaki, F. 1983. Sex Control and Manipulation in Fish. *Aquaculture*. 33: 329-354.
- Yatim, W. 1986. Genetika. Tarsito. Bandung.
- Zairin, M. 2002. Sex Reversal Memproduksi Benih Ikan Jantan atau Betina. Penebar Swadaya. Jakarta.



AMODIPRAN

60Mak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Segera Berprestasi

Mak Cipta Pendidikan, Unsur yang

1. Dukung berbagai kegiatan atau aktivitas yang bertujuan untuk meningkatkan dan memperkaya sumber daya manusia

- a. Menghasilkan karya ilmiah yang terdistribusi, terakumulasi, dan terakumulasi ke arah yang lebih maju dan bermanfaat
- b. Menghasilkan karya ilmiah yang terakumulasi ke arah yang lebih maju dan bermanfaat

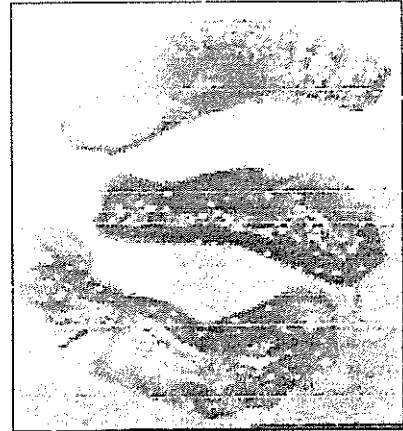
2. Dukung pengembangan dan pemanfaatan teknologi yang akan memberi manfaat bagi masyarakat



Lampiran 1. Penyuntikan Induk



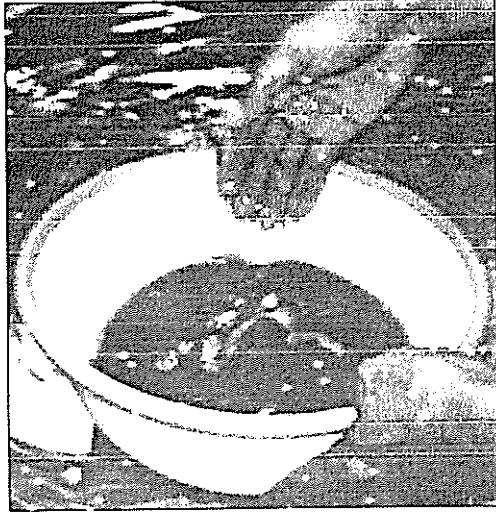
Lampiran 2. Pembedahan dan pengambilan gonad Jantan



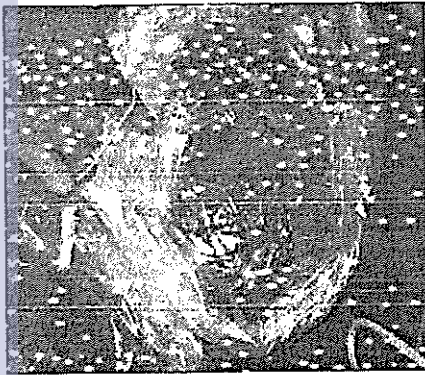
Lampiran 3. Striping Ikan Betina



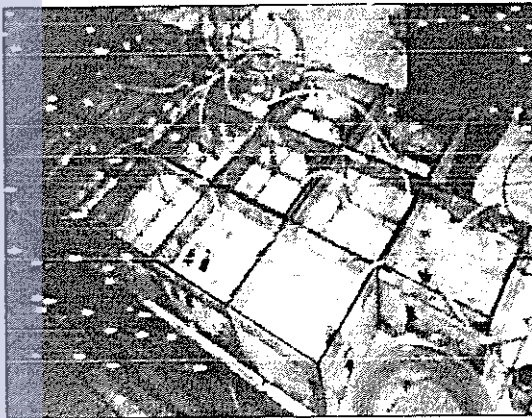
Lampiran 4. Pemijahan Buatan



Lampiran 5. Packing



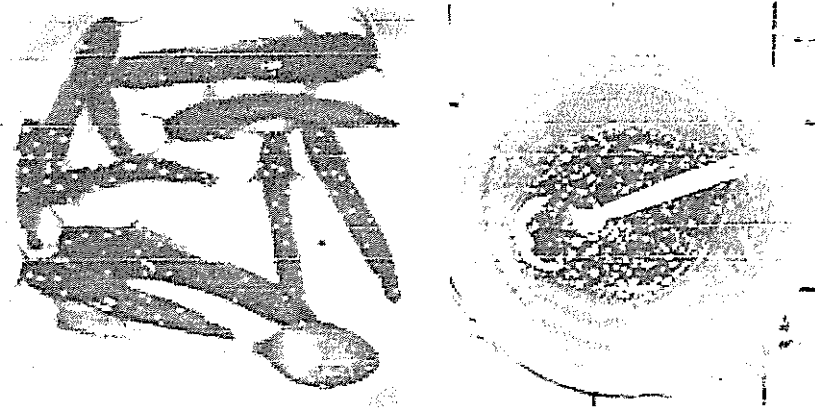
Lampiran 6. Persiapan Wadah Pemeliharaan



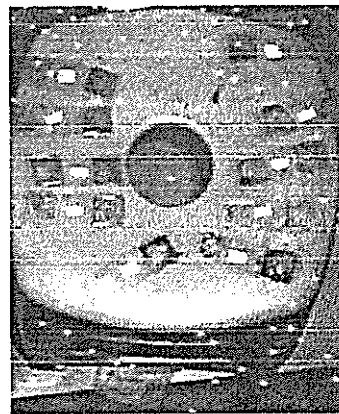
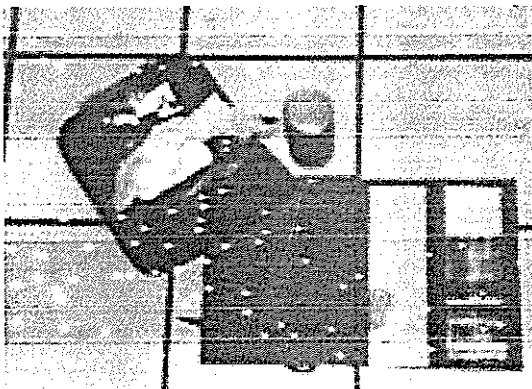
Lampiran 7. Penebaran telur



Lampiran 8. Pemanenan



Lampiran 9. Pembuatan Preparat Asetokarmin



Lampiran 10. Persentase derajat penetasan telur ikan lele (*Clarias sp.*) pada masing-masing perlakuan

Ulangan	Perlakuan dosis aromatase Inhibitor (mg/l)			
	0	10	20	30
1	85	92	97	83
2	99	92	89	99
3	99	91	96	81
4	85	91	97	81
SD	7.698004	0.7698	3.7069	8.4678
Rata-rata	92	91	95	86

Lampiran 11. Tabel sidik ragam derajat penetasan telur

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	163.173	3	54.391	1.496	.266
Within Groups	436.215	12	36.351		
Total	599.388	15			

Lampiran 12. Tingkat kelangsungan hidup ikan lele

Ulangan	Perlakuan dosis aromatase Inhibitor (mg/l)			
	0	10	20	30
1	69.09	81.65	80.56	63.11
2	93.50	45.67	67.48	61.83
3	60.45	88.28	58.78	52.34
4	73.44	59.85	79.70	88.89
SD	7.6980	0.7698	3.7069	8.4678
Rata-rata	92	91	95	86

Lampiran 13. Tabel sidik ragam tingkat kelangsungan hidup

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	130.184	3	43.395	.185	.904
Within Groups	2810.220	12	234.185		
Total	2940.404	15			

Lampiran 14. Ratio kelamin ikan lele

Dosis (mg/l)	Jantan (%)	Betina (%)	Hermafrodit (%)	Undefinit (%)
0	51.32	48.68	0.00	0.00
	46.25	53.75	0.00	0.00
	47.50	52.50	0.00	0.00
	43.75	56.25	0.00	0.00
SD	3.15	3.15	0.00	0.00
Rata2	47.20	52.80	0.00	0.00
10	52.50	40.00	5.00	2.50
	53.75	31.25	2.50	12.50
	52.50	30.00	5.00	12.50
	54.43	35.44	1.27	8.86
SD	0.96	4.53	1.87	4.72
Rata2	53.30	34.17	3.44	9.09
20	55.00	33.75	3.75	7.50
	58.75	27.50	5.00	8.75
	51.95	35.06	3.90	9.09
	56.25	25.47	3.75	6.25
SD	2.83	4.68	0.60	1.29
Rata2	55.49	30.45	4.10	7.90
30	62.34	23.38	6.49	7.79
	62.50	27.16	2.50	7.50
	75.00	21.43	1.79	1.79
	70.00	21.43	3.75	1.25
SD	6.17	2.70	2.07	3.55
Rata2	67.46	23.35	3.63	4.58

Lampiran 15. Tabel sidik ragam jenis kelamin jantan ikan lele

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	864.748	3	288.249	20.261	.000
Within Groups	170.725	12	14.227		
Total	1035.473	15			

Lampiran 16. Tabel sidik ragam jenis kelamin betina ikan lele

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1894.688	3	631.563	42.358	.000
Within Groups	178.921	12	14.910		
Total	2073.609	15			

Lampiran 17. Tabel sidik ragam ikan lele Hermafrodit

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	42.543	3	14.181	6.971	.006
Within Groups	24.411	12	2.034		
Total	66.954	15			



Lampiran 18. Tabel sidik ragam ikan undefinit

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	198.727	3	66.242	7.262	.005
Within Groups	109.462	12	9.122		
Total	308.189	15			

Lampiran 19. Uji Lanjut Duncan ($P < 0,05$)

Duncan^a (Persentase Kelamin Jantan)

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
.00	4	47.2050		
10.00	4		53.2950	
20.00	4		55.4875	
30.00	4			67.4600
Sig.		1.000	.427	1.000

Duncan^a (Persentase Kelamin Betina)

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
30.00	4	23.3500		
20.00	4		30.4450	
10.00	4		34.1725	
.00	4			52.7950
Sig.		1.000	.197	1.000

Lampiran 20. Kualitas Air

Perlakuan	Suhu (°C)	pH	DO (mg/l)	TAN (mg/l)	NH ₃ (mg/l)
0	26	5.85 ± 0.217	3.67 ± 0.748	2.53 ± 0.184	0.001424
10	26	6.07 ± 0.201	3.84 ± 1.023	1.95 ± 0.746	0.001586
20	26	5.95 ± 0.382	3.82 ± 0.433	2.49 ± 0.462	0.00178
30	26	5.79 ± 0.300	4.01 ± 0.335	0.29 ± 0.03	0.001283