

**EFEKTIVITAS AROMATASE INHIBITOR DALAM PEMATANGAN  
GONAD DAN STIMULASI OVULASI PADA IKAN SUMATRA**

*Puntius tetrazona*

**DODI PERMANA**

**SKRIPSI**



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

**2009**

## **PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

### **EFEKTIVITAS AROMATASE INHIBITOR DALAM PEMATANGAN GONAD DAN STIMULASI OVULASI PADA IKAN SUMATRA *Puntius tetrazona***

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

Bogor, Agustus 2009

DODI PERMANA

C14104012

## RINGKASAN

**DODI PERMANA.** Efektivitas Aromatase Inhibitor dalam Pematangan Gonad dan Stimulasi Ovulasi pada Ikan Sumatra *Puntius tetrazona*. Dibimbing oleh **AGUS OMAN SUDRAJAT** dan **DINAR TRI SOELISTYOWATI**.

Produksi perikanan budidaya air tawar di Indonesia dewasa ini semakin meningkat. Peningkatan tersebut mempengaruhi peningkatan terhadap kebutuhan benih ikan pula di Indonesia. Namun dalam upaya pemenuhan produksi benih menemui beberapa kendala, salah satunya yaitu pemijahan induk yang tergantung musim. Saat ini, solusi yang dilakukan untuk mengatasi hal tersebut yaitu berupa pemijahan buatan dengan bantuan rekayasa hormonal menggunakan premiks impor (ovaprim). Dengan kinerja ovaprim yang baik dalam pemijahan buatan menyebabkan kebergantungan terhadapnya semakin tinggi dan harganya yang semakin mahal, menyebabkannya sulit diperoleh.

LHRHa dan anti dopamin telah terbukti mampu mempercepat terjadinya ovulasi dan kedua bahan tersebut terdapat dalam larutan ovaprim. Dewasa ini, telah ditemukan pula bahan yang mampu memicu percepatan ovulasi yaitu aromatase inhibitor. Penggabungan ketiga bahan tersebut diharapkan menjadi suatu alternatif premix pengganti ovaprim ataupun mengurangi ketergantungan para petani akan kebutuhan premix impor (ovaprim). Penelitian ini bertujuan mengetahui efektivitas aromatase inhibitor dalam mempercepat pematangan gonad serta memicu terjadinya ovulasi pada ikan sumatra sebagai ikan model.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2008–Mei 2009, bertempat di Laboratorium Lapang Babakan, Sawah Baru dan Laboratorium Pengembangbiakan dan Genetika Ikan, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Ikan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai ikan model yaitu ikan sumatra yang telah matang gonad, dan berasal dari petani di daerah Cibuntu, Bogor. Penelitian terdiri atas beberapa tahapan, dimulai dengan persiapan wadah, pemeliharaan ikan, pembuatan larutan premiks (dimulai dengan pembuatan larutan dari masing-masing bahan, kemudian pencampuran mix dari semua bahan), seleksi ikan uji, perlakuan, penyuntikan larutan premiks, dan terakhir yaitu pemijahan. Penelitian ini terdiri dari dua perlakuan kontrol (kontrol positif dan negatif) dan empat perlakuan penelitian (*Spawnprime* C.1, C.2, C.3, dan C.4). Selanjutnya, data yang diperoleh dianalisa secara statistik dengan menggunakan Microsoft Excel 2007 untuk uji-F dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Parameter utama yang diamati pada penelitian ini yaitu keberhasilan dan lama waktu ovulasi, jumlah telur yang diovulasikan (*spawned eggs*), diameter telur, dan tingkat ovulasi. Pengamatan parameter dilakukan setelah 8 jam pasca penyuntikan (perlakuan), jika pada rentang waktu tersebut ikan belum mengalami ovulasi maka pengamatan dilanjutkan setelah 3 jam sekali. Pengamatan ovulasi dengan cara *stripping* dilakukan selama 24 jam pasca penyuntikan. Setelah rentang waktu tersebut, ikan dianggap tidak memijah dan dimasukkan dalam akuarium pemulihan.

Keberhasilan ikan ovulasi dalam 24 jam pada perlakuan pada kontrol positif (ovaprim) dan perlakuan *Spawnprime* C.4 yaitu 100%, sedang perlakuan lainnya hanya 66,67% dengan selang lama waktu ikan berovulasi yang sama ( $p > 0,05$ ).

Hasil uji statistika pada parameter jumlah telur yang diovulasikan, diameter telur, dan tingkat ovulasi menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antar perlakuan dan ovaprim ( $p > 0,05$ ). Tingkat kematangan dan viabilitas telur yang diovulasikan diamati melalui pengamatan embriogenesis dan mengindikasikan bahwa semua perlakuan premiks *Spawnprime* C.1, C.2, C.3, dan C.4 memiliki lama waktu embriogenesis yang lebih cepat dibandingkan dengan ovaprim. Harga dari premiks *Spawnprime* masih lebih murah (Rp. 57.050,- sampai Rp170.050,-) dibandingkan dengan harga ovaprim yang memiliki rentang harga Rp. 180.000,- hingga Rp. 220.000,- per ampul (10 ml) di pasaran.

Aromatase inhibitor terbukti mampu mempercepat pematangan gonad dan menstimulus ovulasi pada ikan sumatra yang digunakan sebagai ikan model. Perlakuan *Spawnprime* C.2 memiliki kinerja reproduksi dan lama waktu ovulasi yang sama dengan ovaprim namun memiliki kecenderungan derajat pembuahan dan penetasan yang lebih baik dari ovaprim. Jika dari nilai ekonomi maka premiks *Spawnprime* C secara umum mampu mengefisiensikan harga ovaprim (Rp. 220.000,-) hingga 74% (Rp. 57.550,-). *Spawnprime* C dapat menjadi alternatif premiks hormon selain ovaprim untuk pemijahan buatan.

**EFEKTIVITAS AROMATASE INHIBITOR DALAM PEMATANGAN  
GONAD DAN STIMULASI OVULASI PADA IKAN SUMATRA**

*Puntius tetrazona*

**DODI PERMANA**

**SKRIPSI**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan  
Pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Institut Pertanian Bogor**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN AKUAKULTUR  
DEPARTEMEN BUDIDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
2009**

Judul : Efektivitas Aromatase Inhibitor dalam Pematangan Gonad dan  
Stimulasi Ovulasi pada Ikan Sumatra *Puntius tetrazona*  
Nama : Dodi Permana  
Nomor Pokok : C14104012

Disetujui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Agus Oman Sudrajat, M. Sc.  
NIP.19640813 199103 1 001

Dr. Ir. Dinar Tri Soelistyowati, DEA  
NIP. 19611016 198403 2 001

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Prof. Dr. Ir. Indra Jaya, M.Sc.  
NIP. 19610410 198601 1 002

Tanggal Lulus :

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir program sarjana ini. Penulis telah melakukan penelitian tentang “Efektivitas Aromatase Inhibitor dalam Pematangan Gonad dan Stimulasi Ovulasi pada Ikan Sumatra *Puntius tetrazona*”. Penelitian dilakukan di Kolam Babakan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2008 sampai dengan bulan Mei 2009. Terima kasih penulis ucapkan kepada Dr. Agus Oman Sudrajat sebagai pembimbing I dan Dr. Dinar Tri Soelistyowati selaku pembimbing II atas saran, bimbingan dan masukannya terhadap perbaikan dalam tugas akhir ini dan penulis ucapkan terima kasih.

Terima kasih juga penulis ucapkan kepada Bapak, Ibu, dan Mas Danu atas doa dan motivasinya. Serta tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada Mbak Tuti atas bantuan pencarian jurnalnya, segenap teman-teman 41, R. Saleh (Sahel), Riki, Suhendi (Sun), Rasmawan (Mawan), Astri (mba' yu), Firman (Mance), Eka, Ade, dan Galih (BDP 42), Riza, Toim, Ahya dan Aziz (BDP 43) atas dukungannya selama proses penelitian juga semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat penulis ungkapkan satu persatu.

Penulis sadar masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, segala masukan dan saran diharapkan dapat menyempurnakan penulisan ini.

Bogor, Agustus 2009

**Dodi Permana**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Solo pada tanggal 28 Maret 1986 dari pasangan bapak Sugiyo dan ibu Dwi Astuti Hartini. Penulis pertama kali menempuh studi di Taman Kanak-Kanak (TK) Aisyiah, Tangerang, kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri (SDN) 01 Pd. Cabe Iir, Tangerang tahun. Selanjutnya penulis melanjutkan Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama di SLTPN 01 Ciputat dan lulus pada tahun 2000. Dan melanjutkan pendidikan formal tingkat atas di Sekolah Menengah Umum Negeri (SMUN) 02 Ciputat, Jakarta Selatan.

Tahun 2004, penulis diterima di Tingkat Persiapan Bersama (TPB) IPB melalui Undangan Seleksi Masuk IPB (USMI) pada Program Studi Teknologi dan Manajemen Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di himpunan profesi (HIMAKUA), menjabat sebagai anggota Divisi Kewirausahaan (Kewirus), pernah menjadi asisten dasar-dasar genetika, asisten praktikum fisiologi reproduksi ikan, dan asisten industri pembenihan ikan. Penulis juga pernah melakukan praktek lapang di LRPTBPAT, Sukamandi-Subang.

Penulis melakukan penelitian sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada bulan Oktober 2008 hingga April 2009 yang berjudul **"Efektivitas Aromatase Inhibitor dalam Pematangan Gonad dan Stimulasi Ovulasi pada Ikan Sumatra *Puntius tetrazona*"**.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	vii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Tujuan .....	2
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Ikan Sumatra ( <i>Puntius tetrazona</i> ) .....	3
2.2 Kinerja Reproduksi .....	4
2.3 Manipulasi Hormon dalam Pemijahan Buatan .....	5
2.4 Aromatase Inhibitor (AI) .....	6
<b>III. METODOLOGI</b>	
3.1 Waktu dan Tempat .....	8
3.2 Alat dan Bahan .....	8
3.3 Metode Penelitian .....	8
3.3.1. Persiapan Wadah.....	8
3.3.2. Pemeliharaan Ikan.....	9
3.3.3. Pembuatan Larutan Premiks .....	10
3.3.4. Seleksi Ikan Uji.....	13
3.3.5. Perlakuan.....	14
3.3.6. Penyuntikan Larutan Premiks .....	14
3.3.7. Pemijahan.....	14
3.4 Parameter yang diamati.....	15
3.4.1. Parameter Utama.....	15
3.4.2. Parameter Tambahan.....	16
3.5 Analisis Data .....	17

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil .....	18
4.1.1. Keberhasilan dan Lama Waktu Ovulasi.....	18
4.1.2. Jumlah Telur yang Diovulasikan ( <i>Spawned Eggs</i> ) .....	19
4.1.3. Diameter Telur .....	19
4.1.4. Tingkat Ovulasi .....	20
4.2 Pembahasan .....	22

**V. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	27
5.2 Saran .....	27

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	28
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	30
-----------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Ikan Sumatra ( <i>Puntius tetrazona</i> ) .....	3
2. Grafik jumlah telur yang diovulasikan ( <i>spawned eggs</i> ) pada berbagai perlakuan .....	19
3. Grafik pengaruh perlakuan pada diameter telur .....	20
4. Grafik pengaruh perlakuan terhadap tingkat ovulasi .....	21
5. Grafik lama waktu embriogenesis pada berbagai perlakuan.....	22

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
1. Keberhasilan dan lamanya waktu ovulasi pada ikan sumatra .....	18
2. Data hasil pengamatan tambahan.....	21

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
1. Skema metode penelitian .....	30
2. Data perlakuan pada ikan sumatra .....	31
3. Parameter uji pada ikan sumatra .....	32
4. Lama waktu tahapan embriogenesis pada ikan sumatra dari masing-masing perlakuan.....	33
5. Kisaran harga <i>Spawnprime</i> .....	33
6. Kualitas air .....	33
7. Analisis Anova Single Factor (uji-F) untuk parameter lama waktu ovulasi dari semua perlakuan .....	34
8. Analisis Anova Single Factor (uji-F) untuk parameter diameter telur dari semua perlakuan .....	34
9. Analisis Anova Single Factor (uji-F) untuk parameter telur yang diovulasikan dari semua perlakuan .....	35
10. Analisis Anova Single Factor (uji-F) untuk parameter tingkat ovulasi dari semua perlakuan .....	35

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan produksi perikanan budidaya air tawar di Indonesia dewasa ini sangat pesat. Perkembangan itu terjadi pada produksi ikan konsumsi dan ikan hias. Pada beberapa komoditas unggulan, seperti ikan mas, lele, dan patin pertumbuhan produksinya pada tahun 2005-2007 mencapai kisaran 15% per tahunnya (MAI 2008). Peningkatan produksi ini erat kaitannya dengan peranan produksi benih ikan air tawar itu sendiri. Namun demikian, produksi benih ikan memiliki kendala tersendiri dalam upaya pemenuhan permintaannya. Salah satu kendalanya yaitu pemijahan induk yang tergantung musim. Selama ini solusi yang dilakukan untuk menanggulangnya yakni dengan melakukan pemijahan buatan dengan teknik *induce breeding*. Teknik ini menggunakan rangsangan hormonal yang disuntikkan kepada ikan yang akan dipijahkan. Teknik ini telah digunakan dan menjadi trend di kalangan pembudidaya maupun petani ikan. Ikan-ikan yang telah berhasil dipijahkan melalui teknik tersebut sudah banyak, sebagai contoh pada ikan konsumsi yaitu, ikan mas, lele, dll. Sedangkan pada ikan hias yaitu ikan redfin, botia, balashark, dll.

Rangsangan hormonal (rekayasa hormonal) umumnya menggunakan bahan perangsang berupa ovaprim untuk pemijahan buatan. Ovaprim adalah produk impor yang dibuat oleh Syndel Laboratories Ltd, Kanada. Namun penggunaan ovaprim sendiri memiliki beberapa kendala yaitu harganya yang relatif mahal dan juga sulit diperoleh. Karenanya, untuk memenuhi kebutuhan bahan perangsang untuk pemijahan buatan dapat dibuat suatu alternatif berupa larutan premiks yang terdiri dari komponen-komponen yang memiliki fungsi yang sama dengan ovaprim.

Menurut Nandeesh *et al.* (1990), ovaprim merupakan campuran antara analog dari salmon gonadotropin releasing hormon (sGnRH)-LHRH dan domperidone. Hormon sGnRH berperan dalam pengeluaran gonadotropin pada ikan untuk proses ovulasi maupun vitelogenesis. Sedangkan domperidone merupakan anti dopamin yang berperan untuk menghentikan peran dopamin yaitu menghambat sekresi gonadotropin dan membantu peningkatan sekresi

gonadotropin. Kedua bahan tersebut cukup terbukti untuk membuat ikan cepat berovulasi.

Bahan alternatif premiks yang akan diteliti adalah gabungan komponen ovaprim dan aromatase inhibitor (AI). Untuk mempercepat proses pematangan, AI terbukti dapat membantu mempercepat terjadinya ovulasi. Karena fungsinya antara lain menghentikan atau menghambat proses vitellogenesis, sehingga terjadilah umpan balik bagi hipofisa untuk segera memproduksi *Leutinizing Hormone* (LH) pada proses pematangan oosit.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas campuran LHRHa, anti dopamin, dan aromatase inhibitor sebagai alternatif pengganti ovaprim terhadap percepatan pematangan gonad dan ovulasi pada ikan. Sebagai pendekatan dari metode *induce breeding* (rekayasa hormonal) pada ikan, digunakan ikan sumatra sebagai ikan model. Apabila penggabungan ketiga bahan tersebut dapat berfungsi efektif dalam mempengaruhi kinerja reproduksi, maka premiks tersebut dapat digunakan sebagai pengganti ovaprim sehingga dapat mengurangi ketergantungan para petani terhadap premiks impor (ovaprim).

## **1.2. Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas larutan premiks buatan sebagai alternatif pengganti ovaprim terhadap percepatan pematangan gonad dan ovulasi pada ikan sumatra sebagai ikan model.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Ikan Sumatra (*Puntius tertazona*)

Menurut Muthmainnah (2009), ikan sumatra memiliki beberapa nama yaitu ikan pirik elang, sumatra barb, dan *tiger barb*. Ikan ini tersebar di Malaysia, Sumatra, Kalimantan, Kamboja dan juga di beberapa tempat di Benua Asia. Ikan ini dapat mencapai ukuran 7 cm panjangnya dan lebar 3 cm dan dapat ditemukan pada perairan tropis, dengan pH antara 6-8, dan temperatur 25-28 °C.



Gambar 1. Ikan Sumatra (*Puntius tetrazona*)

Menurut Daelami (2001), ikan sumatra memiliki ciri morfologis yang tampak jelas, yakni badan yang memanjang, dan pipih ke samping. Pada tubuhnya yang berwarna putih keperakan terdapat empat buah garis berwarna hitam kebiruan memotong badannya. Keempat garis tersebut berjejer yakni satu buah di bagian kepala melewati mata dan tutup insang, dua buah di bagian badan, dan satu buah lagi di pangkal ekor.

Ikan sumatra merupakan ikan dasar tetapi sering berada di permukaan untuk mencari makan. Makanan utama ikan sumatra adalah detritus dan zoo-bentos, sedangkan makanan pelengkapanya berupa cacing-cacing kecil dan makanan crustace tingkat rendah. Ikan ini sangat aktif bergerak di permukaan perairan untuk menyambar makanan. Ikan sumatra mencapai matang seksual pada panjang 2 hingga 3 cm (0,8 – 1,2 inci) atau kira-kira berumur 6 -7 minggu. Ikan betina lebih besar dan memiliki sirip dorsal yang lebih gelap, sedangkan ikan jantan berwarna lebih terang. Memijah pada musim penghujan di daerah hilir sungai dan telur-telur menetas, larva hidup di daerah tersebut sampai berukuran  $\pm 1$  cm

kemudian beruaya ke danau-danau dan anak-anak sungai. Fekunditas berkisar antara 300-500 telur dan fekunditas tertinggi dapat mencapai 1.000 butir telur (Muthmainnah 2009). Telur ikan sumatra bersifat adhesif dengan diameter  $1,18 \pm 0,05$  mm (Wikipedia 2009). Menurut Ganggadana (2007), telur ikan sumatra akan menetas  $\pm 36$  jam setelah pembuahan pada suhu  $27^\circ\text{C}$  dengan diameter rata-rata 1,3875 mm.

Menurut Lesmana dan Dermawan (2001), ikan sumatra (*Puntius tetrazona*) hidupnya berkelompok dan dapat diletakkan di tempat yang cukup terang asalkan teduh. Di dalam akuarium ini biasanya dalam kelompok 5 atau lebih. Bila kurang dari 5 ekor, ikan ini akan agresif, dan bila hanya 2 ekor, salah satu akan mengejar yang lain (Muthmainnah 2009).

## 2.2. Kinerja Reproduksi

Kinerja reproduksi merupakan suatu proses yang berkelanjutan pada ikan akibat adanya rangsangan dari luar ataupun dari dalam tubuh ikan itu sendiri. Rangsangan tersebut dapat berupa rangsangan hormonal ataupun rangsangan lingkungan. Rangsangan hormonal yang terjadi pada induk ikan betina berbeda dengan induk jantan. Pada induk betina, rangsangan hormonal ditujukan untuk pembentukan telur dan pematangannya, sedangkan pada ikan jantan rangsangan tersebut untuk pembentukan sperma.

Perkembangan gonad pada ikan membutuhkan hormon gonadotropin yang dilepaskan oleh kelenjar pituitari yang kemudian terbawa aliran darah masuk ke gonad. Gonadotropin kemudian masuk ke sel teka, menstimulir terbentuknya testosteron yang kemudian akan masuk ke sel granulosa untuk diubah oleh enzim aromatase menjadi estradiol  $17\beta$ . Hormon estradiol  $17\beta$  kemudian masuk ke dalam hati melalui aliran darah dan merangsang hati untuk mensintesis vitelogenin yang akan dialirkan lewat darah menuju gonad untuk diserap oleh oosit sehingga penyerapan vitelogenin ini disertai dengan perkembangan diameter telur (Sumantri 2006).

Perkembangan telur pada tahap penyerapan vitelogenin akan berhenti ketika oosit telah mencapai ukuran maksimal. Menurut Nagahama *et al.* (1995), proses pematangan oosit terjadi karena rangsangan *Leutinizing Hormone* (LH) pada

folikel, kemudian terjadi proses pembentukan hormon steroid, pada sel teka membentuk  $17\alpha$ -hidroksiprogesteron dan pada sel granulosa terbentuk  $17\alpha,20\beta$ -dihidroksi-4-pregnen-3-one, dan hormon steroid yang terakhir inilah yang mempunyai peranan sebagai mediator kematangan oosit lebih lanjut. Menurunnya produksi estradiol  $17\beta$  dan aktivitas aromatase, ternyata diikuti oleh peningkatan testosterone, dan  $17\alpha,20\beta$ -dihidroksi-4-pregnen-3-one ( $17\alpha,20\beta$ -DP) sehingga oosit mengalami GVBD (*germinal vesicle break down*) dan berakhir pada ovulasi.

Ovulasi merupakan proses keluarnya sel telur (yang telah mengakhiri pembelahan miosis kedua) dari folikel ke dalam lumen ovarium atau rongga perut (Nagahama 1987). Proses ovulasi terdiri dari beberapa tahapan. Pada tahap awal lapisan folikel melepaskan diri dari oosit, pada saat akan terjadi ovulasi, mikrofil pada kedua permukaan tersebut sedikit demi sedikit terpisah, hal tersebut dimungkinkan dilakukan oleh enzim proteolitik.

Sebelum terjadi ovulasi, sel telur akan mengalami pembesaran. Folikel membentuk semacam benjolan yang semakin membesar sehingga menyebabkan dinding folikel pecah. Pecahnya dinding folikel terjadi pada bagian yang paling lemah (bagian membran) dengan bantuan enzim. Sel-sel teka secara faal bertindak sebagai otot halus yang dapat mendorong oosit keluar dari folikel. Hal ini disebabkan adanya semacam sel otot halus yang pipih dan serat kolagen yang terletak berdekatan dengan basal lamina. Menurut Basuki (2007), mekanisme hormonal untuk vitelogenesis, pematangan serta ovulasi oosit melibatkan GnRH, gonadotropin, estradiol  $17\beta$ , testosterone,  $17\alpha$ - $20\beta$  dihidroksiprogesteron, dan aromatase.

### **2.3. Manipulasi Hormon dalam Pemijahan Buatan**

Manipulasi hormon merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan untuk menginduksi kematangan gonad, ovulasi, dan pemijahan (Abdullah 2007). Berbagai jenis hormon terdapat pada tubuh ikan, salah satu yang dapat memicu terjadinya ovulasi adalah LHRH (*Leutinizing Hormone Releasing Hormone*), yaitu hormon dari golongan protein yang dihasilkan oleh hipotalamus. LHRH memiliki molekul yang sangat kecil sehingga bila diberikan pada ikan maka terjadi penguraian yang sangat cepat. LHRH memiliki waktu paruh yang pendek.

Oleh karenanya, para ahli menciptakan LHRH sintetik (LHRHa) yang bertujuan untuk memperpanjang waktu paruh atau keberadaannya lebih lama dalam darah.

Sejak tahun 1980, LHRH-a telah digunakan untuk merangsang ovulasi dan pemijahan ikan. LHRHa bekerja merangsang sekresi hormon gonadotropin dari kelenjar hipofisa yang dapat merangsang terjadinya ovulasi dan pemijahan (Abdullah 2007). Penggunaan LHRHa melalui penyuntikan pada induk betina ternyata dapat meningkatkan produksi telur sedangkan pada induk jantan dapat meningkatkan jumlah spermatozoa (Linhart *et al.* 2000). Namun pada kondisi alamiah sekresi gonadotropin dihambat oleh dopamin, karenanya diperlukan suatu mekanisme baru yang dapat menghambat ataupun menghentikan kerja dari dopamin.

Domperidon merupakan salah satu bahan yang mampu berperan sebagai dopamin antagonis atau menghambat kerja dari dopamin. Dari penelitian yang dilakukan pada tahun 1980-an di negara Cina, telah mampu membuktikan kemampuan dari dopamin antagonis jika digabungkan dengan LHRHa (Nandeeshha *et al.* 1990). Dan berdasarkan penelitian tersebut terbentuklah suatu metode baru dalam pemijahan ikan yang disebut “Linpe”, yakni mengkombinasikan LHRH analog dengan suatu dopamin antagonis.

Salah satu produk yang menggunakan prinsip tersebut adalah ovaprim-C. Ovaprim-C merupakan produk yang dikeluarkan oleh Syndel Laboratories, Ltd dengan kandungan 20 µg salmon gonadotropin hormone releasing hormone (sGnRH) (D-Arg6,Trp7,Leu8,Pro9 Net)-LH-RH dan 10 mg domperidone, dopamin antagonis (Nandeeshha *et al.* 1990). Beberapa kegunaan ovaprim yaitu menekan musim pemijahan, merangsang pematangan gonad sebelum musim pemijahan normal, memaksimalkan potensi reproduksi, dan mempersingkat periode pemijahan (Sumantri 2006).

#### **2.4. Aromatase Inhibitor (AI)**

Aromatase merupakan anggota dari sitokrom P450 yang berisi enzim kompleks. Enzim ini mengkatalisis tahap akhir proses pembentukan estrogen yaitu hidrosilaksi androstenedion menjadi estron dan testosteron menjadi estradiol 17β. Aktivitasnya dapat dilihat dalam beberapa jaringan seperti ovarium, jaringan

adipose, plasenta, otak, otot, fibroblas, osteoblas, hati dan payudara (Holzer *et al.* 2006).

Seiring dengan perkembangan oosit di dalam folikel ovarium maka gonadotropin juga berpengaruh terhadap biosintesis hormon-hormon steroid. Proses biosintesis hormon steroid dimediasi oleh hidroksteroide dehidrogenase dan sitokrom P450 (Basuki 2007).

Menurut Basuki (2007), pemberian AI dari luar akan menurunkan aktivitas aromatase akibatnya produksi estrogen- $17\beta$  turun dan meningkatkan produksi testosteron. Keadaan ini diharapkan menyebabkan terjadinya pematangan dan ovulasi. Penambahan AI memungkinkan kerja LH dalam menurunkan enzim aromatase tadi akan diperkuat atau digantikan oleh AI, sehingga peranan LH dalam proses pematangan dan ovulasi akan lebih efisien.

Menurut Nagahama *et al.* (1995), aktivitas aromatase pada ikan meningkat dan mencapai puncaknya pada pascavitelogenesis. Setelah mencapai pascavitelogenesis produksi estradiol  $17\beta$  akan menurun drastis, demikian juga aktivitas aromatase. Menurunnya produksi estradiol  $17\beta$  dan aktivitas aromatase, ternyata diikuti peningkatan  $17\alpha,20\beta$ -dihidroksi-4-pregnen-3-one ( $17\alpha,20\beta$ -DP) sehingga oosit mengalami GVBD dan berakhir pada ovulasi.

Inhibitor aromatase (IA) mampu membloking produksi estrogen dengan menghambat proses aromatisasi pada hipotalamus-hipofisis-gonad axis dari umpan balik negatif estrogen, hasilnya sekresi FSH meningkat merangsang perkembangan ovarium sampai terjadinya ovulasi, sehingga IA dapat digunakan sebagai induksi ovulasi (Casper dan Mitwally 2006).

### **III. BAHAN DAN METODE**

#### **3.1. Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2008 – Mei 2009 dan bertempat di Laboratorium Lapang Babakan, Sawah Baru dan Laboratorium Pengembangbiakan dan Genetika Ikan, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan, Institut Pertanian Bogor.

#### **3.2. Alat dan Bahan**

Pada penelitian ini, alat yang digunakan adalah akuarium, *Hi-blow*, peralatan aerasi, syringe 0,5 ml, kain lap, kamera digital, seperangkat alat bedah, pipet tetes, serokan ikan, cawan petri, mikroskop mikrometer, timbangan digital, mikropipet, magnetik stirer, gelas piala, botol gelap, botol film, lampu senter, ember dan baskom, dan alat-alat untuk mengukur kualitas air.

Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan sumatra sebagai ikan uji, tanaman air kiambang, LHRHa, aromatase inhibitor, anti dopamin, larutan NaCl 0,75%, larutan fisiologis, larutan serra, metanesulfonat (MS-222), pakan pellet dan *bloodworm*.

#### **3.3. Metode Penelitian**

Penelitian ini terdiri atas beberapa tahapan, dimulai dengan persiapan wadah, pembuatan larutan premiks, hingga penyuntikan larutannya. Skema metode penelitian lebih rinci dapat dilihat pada lampiran 1.

##### **3.3.1. Persiapan Wadah**

Wadah yang digunakan untuk pemeliharaan ikan adalah bak dengan dimensi 100x100x60 cm dan akuarium berdimensi 60x50x40 cm. Sedangkan wadah yang digunakan untuk perlakuan penelitian yaitu akuarium dengan dimensi 20x15x15 cm.

Persiapan wadah pemeliharaan dilakukan dengan menseleksi bak yang tidak bocor ataupun rembes. Selanjutnya bak dibersihkan dari sisa kotoran ataupun kerak yang menempel pada dinding dan dasar keramik. Setelah bersih,

bak dibiarkan kering sendiri selama 1 hari, hal ini dilakukan untuk menguapkan sisa bau sabun dan agar kista ataupun spora dari bibit penyakit yang masih hidup mati. Setelah dikeringkan selama 1 hari, bak kemudian diisi dengan air sumur dan diberikan aerasi yang cukup. Bak baru bisa digunakan untuk pemeliharaan ikan setelah lebih dari 3-4 hari pengisian air.

Selanjutnya, untuk persiapan wadah pemeliharaan dalam akuarium yaitu membersihkan akuarium dari sisa kotoran dan lumut pada dinding dan dasar akuarium. Setelah itu, akuarium dikeringkan selama 1 hari lalu diisi air dan aerasi yang cukup.

Dalam masa pemeliharaan, terdapat wadah bak sebagai wadah pemeliharaan dan wadah tandon air, begitu juga untuk wadah pemeliharaan di akuarium. Untuk wadah pemeliharaan di akuarium ditambahkan filter sederhana agar penyaringan kotoran lebih cepat.

Sedangkan persiapan untuk wadah perlakuan penelitian dimulai dengan membersihkan akuarium dan mengecek apakah bocor atau tidak. Setelah bersih, akuarium dikeringkan selama 1 hari dan selanjutnya pada dinding akuarium bagian luar dilapisi dengan plastik berwarna hitam. Selanjutnya akuarium tersebut baru akan diisi dengan air sehari sebelum perlakuan dimulai.

### **3.3.2. Pemeliharaan Ikan**

Ikan yang digunakan yaitu ikan sumatra dengan ukuran awal M yang didapat dari petani di daerah Cibuntu. Pada awal pemeliharaan, ikan dipelihara dalam bak yang berdimensi 100x100x60 cm dengan dinding dan dasar dilapisi oleh keramik. Sebelum ditebar dalam bak ikan diaklimatisasikan terlebih dahulu selama beberapa menit hingga suhu antara dalam kantung diperkirakan sama dengan suhu dalam bak dan antara ikan jantan dan betina dipisah. Selama 1-2 bulan pemeliharaan, ikan diberi makan berupa kombinasi antara pellet dan *bloodworm* sebagai adaptasi awal. Pakan diberikan 3x sehari secara *ad satiation* (sekenyangnya). Penggantian air dilakukan secara berkala jika air bak sudah terlihat berbusa dan keruh. Dalam bak diberikan semacam shelter untuk ikan berupa batu yang berlubang sebanyak  $\pm 3$  buah dan aerasi yang cukup.

Setelah 2 bulan, ikan sudah dianggap adaptif dengan pakan *bloodworm*, sehingga hingga akhir penelitian ikan tetap diberi makan berupa *bloodworm*. Setelah  $\pm$  4 bulan masa pemeliharaan dalam bak, ikan dipindahkan ke dalam akuarium dengan dimensi 60x50x40 cm dengan tinggi air 25 cm untuk lebih memudahkan pengamatan. Dalam akuarium diberikan juga shelter dan ditambahkan tanaman air berupa kiambang dan aerasi yang cukup. Kemudian ikan dipelihara dengan diberi makan *bloodworm* 2x sehari secara *ad satiation*. Penyiponan dilakukan jika kotoran ikan telah banyak (umumnya setiap pagi hari), pembersihan dinding akuarium dilakukan berkala jika pada dinding akuarium sudah banyak ditumbuhi oleh lumut, dan penggantian air dilakukan setelah penyiponan atau pembersihan dinding akuarium sebanyak air yang dibuang. Penggantian tanaman air dilakukan jika tanaman tersebut sudah banyak daun yang layu ataupun akarnya sudah banyak yang putus.

### **3.3.3. Pembuatan Larutan Premiks**

Larutan premiks yang dimaksud disini adalah campuran larutan dari ketiga macam bahan yaitu larutan LHRHa, larutan aromatase inhibitor (AI), dan larutan anti dopamin (AD).

#### **a) Larutan LHRHa**

LHRHa atau Luteinizing Hormon Releasing Hormon analog merupakan produk sintetik. LHRHa tersebut dijual dengan banyak macam, jenis, dan jumlahnya dalam satu kemasan. Salah satu perusahaan tersebut adalah Argent Chemical Laboratories, USA. Perusahaan tersebut menjual LHRHa dalam bentuk serbuk sebanyak 1 mg per botol.

Pada penelitian ini, LHRHa yang digunakan yaitu dengan jumlah 1 mg per botol. Dosis yang akan digunakan pada penelitian yaitu 5  $\mu$ g/ml, 10  $\mu$ g/ml, 15  $\mu$ g/ml, dan 20  $\mu$ g/ml. LHRHa dilarutkan dalam larutan NaCl 0,75%, yakni dengan memasukkan larutan NaCl 0,75% sebanyak 5 ml ke dalam botol dan dikocok hingga larut. Setelah itu, LHRHa yang telah tercampur (botol diberi label LHRHa stok) diambil sebanyak 1 ml untuk selanjutnya diencerkan hingga 2 ml dan dimasukkan ke dalam botol baru (botol diberi label LHRHa mix). Setelah selesai

maka LHRHa tersebut siap untuk dibagi-bagikan ke dalam botol premiks sebagai stok awal.

**b) Larutan aromatase inhibitor (AI)**

Aromatase inhibitor (AI) yang digunakan merupakan jenis imidazole yang diproduksi oleh Wako Pure Chemical Industries, Ltd. AI tersebut berbentuk serbuk kristal putih dan merupakan produk sintesis. Dosis yang digunakan yaitu 100 ppm atau setara dengan 0,1 mg/ml. Untuk membuat larutan AI, sebanyak 10 mg AI dilarutkan dalam 20 ml larutan NaCl 0,75% dan diaduk hingga AI larut semua. Kemudian larutan yang sudah tercampur dimasukkan dalam botol baru dan diberi label AI stok

**c) Larutan anti dopamin (AD)**

Anti dopamin yang digunakan merupakan produk komersil yang dijual di apotik untuk dikonsumsi oleh manusia. Anti dopamin tersebut berbentuk tablet dengan nama dagang “Domperidone” yang diproduksi oleh PT. Indofarma, Indonesia. Tiap tabletnya mengandung domperidone sebanyak 10 mg. Dosis yang digunakan yaitu 10 mg/ml.

Karena masih dalam bentuk tablet maka perlu dilarutkan. Anti dopamin dilarutkan dalam larutan NaCl 0,75% (NaCl 0,75 gram dilarutkan dalam 100 ml akuades). Sebanyak 2 strip atau 20 tablet (konsentrasi 200 mg) dilarutkan dalam 10 ml larutan NaCl 0,75%. Larutan tersebut distirer dalam wadah gelas piala diatas *hot plate* selama *over night*. Selanjutnya, setelah *over night* larutan tersebut diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan dalam tube 1,5 ml untuk kemudian disentrifuse dengan kecepatan 10.000 rpm selama 5 menit. Setelah disentrifuse, maka akan terbentuk supernatan dan pellet, supernatan kemudian diambil dan dimasukkan dalam wadah baru yaitu botol gelap dengan ukuran 10 ml. Supernatan yang terkumpul berupa larutan AD dan disimpan dalam botol yang diberi label AD stok. Selanjutnya larutan tersebut disimpan dalam lemari pendingin.

**d) Larutan perlakuan mix (premix)**

Setelah semua bahan jadi dan dalam bentuk cair semua maka langkah selanjutnya adalah membuat larutan premiks. Larutan ini terbagi atas 5 jenis premiks yaitu :

- 1) Premiks ovaprim, yakni ovaprim diambil sebanyak 0,25 ml lalu diencerkan hingga 5 ml dengan larutan NaCl 0,75%. Larutan yang sudah jadi tersebut disimpan dalam botol gelap dan diberi label “premix ovaprim”. Premiks ini digunakan untuk kontrol positif, dan disimpan dalam lemari pendingin.
- 2) Premiks *Spawnprime* C.1, yakni larutan LHRHa mix diambil sebanyak 0,1 ml ditambah dengan larutan AI stok sebanyak 0,4 ml dan larutan AD stok sebanyak 1 ml. Setelah tercampur larutan tersebut ditambahkan larutan NaCl 0,75% sebanyak 0,5 ml, dan dikocok hingga larut. Larutan yang sudah jadi kemudian disimpan dalam botol gelap dan diberi label “stok premiks C.1”. Premiks ini digunakan untuk perlakuan C.1 (konsentrasi LHRHa sebanyak 5 µg/ml) dan disimpan dalam lemari pendingin.
- 3) Premiks *Spawnprime* C.2, yakni larutan LHRHa mix diambil sebanyak 0,2 ml ditambah dengan larutan AI stok sebanyak 0,4 ml dan larutan AD stok sebanyak 1 ml. Setelah tercampur larutan tersebut ditambahkan larutan NaCl 0,75% sebanyak 0,4 ml, dan dikocok hingga larut. Larutan yang sudah jadi kemudian disimpan dalam botol gelap dan diberi label “stok premiks C.2”. Premiks ini digunakan untuk perlakuan C.2 (konsentrasi LHRHa sebanyak 10 µg/ml) dan disimpan dalam lemari pendingin.
- 4) Premiks *Spawnprime* C.3, yakni larutan LHRHa mix diambil sebanyak 0,3 ml ditambah dengan larutan AI stok sebanyak 0,4 ml dan larutan AD stok sebanyak 1 ml. Setelah tercampur larutan tersebut ditambahkan larutan NaCl 0,75% sebanyak 0,3 ml, dan dikocok hingga larut. Larutan yang sudah jadi kemudian disimpan dalam botol gelap dan diberi label “stok premiks C.3”. Premiks ini digunakan untuk perlakuan C.3 (konsentrasi LHRHa sebanyak 15 µg/ml) dan disimpan dalam lemari pendingin.
- 5) Premiks *Spawnprime* C.4, yakni larutan LHRHa mix diambil sebanyak 0,4 ml ditambah dengan larutan AI stok sebanyak 0,4 ml dan larutan AD stok

sebanyak 1 ml. Setelah tercampur larutan tersebut ditambahkan larutan NaCl 0,75% sebanyak 0,2 ml, dan dikocok hingga larut. Larutan yang sudah jadi kemudian disimpan dalam botol gelap dan diberi label “stok premiks C.4”. Premiks ini digunakan untuk perlakuan C.4 (konsentrasi LHRHa sebanyak 20 µg/ml) dan disimpan dalam lemari pendingin.

Karena pada penelitian ini ikan yang digunakan sebagai ikan uji adalah ikan sumatra dan dosis suntik adalah 0,5 ml/kg ikan serta syringe yang digunakan adalah syringe berukuran 0,5 ml. Maka membutuhkan dosis yang kecil per gram ikan, sehingga dari setiap stok premiks perlu diencerkan kembali kecuali premiks ovaprim. Dari masing-masing stok premiks (C.1 hingga C.4) diambil sebanyak 0,25 ml kemudian dimasukkan dalam botol baru (ke dalam 4 botol baru) dan ditambahkan larutan NaCl 0,75% sebanyak 4,75 ml pada masing-masing botol. Sesudah itu larutan dikocok hingga tercampur merata dan masing-masing botol diberi label sesuai dengan premiks yang tadi dimasukkan yaitu premiks C.1 suntik, premiks C.2 suntik, premiks C.3 suntik, dan premiks C.4 suntik. Premiks tersebut disimpan dalam lemari pendingin.

#### **3.3.4. Seleksi Ikan Uji**

Ikan sumatra yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan sumatra yang sudah matang gonad. Untuk mengetahui kematangan gonad ikan maka dilakukan pengamatan terhadap beberapa ciri-ciri morfologi, diantaranya bentuk perut atas dan warna daerah genital serta uji *stripping*.

Ikan betina yang sudah matang gonad ditandai dengan bagian perut atas (dibawah linea lateralis) yang membesar dan cenderung lembek, warna tubuh yang cenderung memudar, serta warna daerah genital yang cenderung berwarna kuning bening. Uji *stripping* dilakukan untuk mengetahui jarak antara telur dengan lubang genital. Caranya yaitu dengan mengurut perut ikan secara perlahan dan pelan ke arah lubang genital, jika telur sudah terlihat berwarna kuning bening dan jaraknya dekat dengan lubang genital maka ikan tersebut sudah matang gonad.

### 3.3.5. Perlakuan

Penelitian ini menggunakan 4 macam perlakuan dan dua kontrol. Kontrol yang digunakan yaitu kontrol positif, yakni penyuntikan larutan premiks ovaprim dengan dosis 0,5 ml/kg bobot ikan. Sedangkan kontrol negatif, yakni penyuntikan larutan fisiologis dengan dosis 0,5 ml/kg bobot ikan.

Perlakuan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu perlakuan *Spawnprime* C.1, C.2, C.3, dan C.4 dengan dosis suntik untuk masing-masing perlakuan yaitu 0,5 ml/kg bobot ikan. Perlakuan *Spawnprime* menggunakan premiks dengan kombinasi komposisi LHRHa dengan konsentrasi tertentu serta AI dan AD dengan konsentrasi yang tetap.

Tiap perlakuan dan kontrol diulang sebanyak tiga kali dengan 1 ekor ikan mewakili 1 kali ulangan.

### 3.3.6. Penyuntikan Larutan Premiks

Ikan sumatra hasil seleksi yang akan disuntik diukur bobot dan panjangnya terlebih dahulu untuk mengetahui jumlah larutan yang akan disuntikkan melalui perkalian dosis dan nilai bobot tubuh ikan tersebut (dosis yang digunakan adalah sebesar 0,5 ml/kg bobot tubuh). Jika dosis sudah didapatkan, ikan kemudian dianestesisikan dalam air yang sudah dicampur dengan MS-222 sebesar 100 ppm dan dicatat pula waktunya hingga ikan benar-benar pingsan. Setelah pingsan, ikan kemudian diambil untuk kemudian disuntik sesuai dosis yang sudah dihitung tadi. Alat suntik yang digunakan yaitu syringe berukuran 0,5 ml. Ikan disuntik secara intramuscular, yakni ikan disuntik pada bagian otot punggung dibawah sirip dorsal dengan posisi jarum mengarah kedepan dan membentuk sudut 30-50° terhadap tubuh ikan. Ikan betina yang telah disuntik segera dimasukkan ke dalam akuarium yang telah dipersiapkan dan diberikan aerasi yang kuat serta diberikan tanaman air agar ikan lebih tenang dan cepat pulih dari keadaan pingsan.

### 3.3.7. Pemijahan

Ikan yang telah mendapat perlakuan akan dilakukan pemijahan secara buatan dengan cara *stripping*. *Stripping* dilakukan setelah 8 jam pasca

penyuntikan (perlakuan). Jika pada rentang waktu tersebut ikan belum mengalami ovulasi maka pengamatan dilanjutkan setelah 3 jam sekali.

Pengamatan ovulasi dengan cara *stripping* dilakukan selama 24 jam pasca penyuntikan. Setelah rentang waktu tersebut ikan dianggap tidak memijah dan dimasukkan dalam akuarium pemulihan.

### **3.4. Parameter yang diamati**

#### **3.4.1. Parameter Utama**

##### **3.4.4.1. Keberhasilan dan Lama Waktu Ovulasi**

Setelah ikan diberikan perlakuan (dengan disuntik) sesuai dengan dosisnya kemudian diamati hasilnya yakni ikan berhasil berovulasi atau tidak. Jika ikan berovulasi maka dilakukan juga pencatatan terhadap lamanya waktu ikan tersebut berovulasi setelah ikan tersebut disuntik. Pengamatan terhadap berhasil tidaknya ikan berovulasi dimulai pada delapan jam pasca penyuntikan dilakukan.

##### **3.4.4.2. Jumlah Telur yang Diovulasikan (*Spawned Eggs*)**

Setelah diberikan perlakuan (penyuntikan), 8 jam pasca penyuntikan dilakukan pengamatan dengan cara *stripping*. Jika ikan tersebut berovulasi maka seluruh telur yang keluar ditampung dalam botol film kemudian dihitung jumlahnya.

##### **3.4.4.3. Diameter Telur**

Setelah induk berovulasi, maka diambil sampel telur sebanyak 30 butir untuk diamati besarnya diameter telur ikan tersebut. Sampel tersebut diletakkan dalam cawan petri dan diberi air sedikit dan diamati dibawah mikroskop yang terdapat mikrometer okuler. Pengukuran ini dipengaruhi oleh perbesaran lensa objektif, penghitungan pengukuran diameter telur menggunakan rumus (Cindelas 2005) :

$$A = B/0,2 \times 0,01 \text{ mm}$$

Keterangan :

A = Ukuran sebenarnya dalam mm

- B = Nilai yang didapat dari pengamatan mikrometer  
 0,2 = Apabila perbesaran lensa objektif 20x

#### 3.4.4.4. Tingkat Ovulasi

Tingkat ovulasi menyatakan proporsi seberapa banyak telur yang diovulasikan dibanding dengan jumlah seluruh telur dalam gonad. Adapun tingkat ovulasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$TO = \frac{\text{Jumlah telur yang diovulasikan}}{\text{Jumlah seluruh telur dalam gonad}} \times 100\%$$

Keterangan : TO = tingkat ovulasi

#### 3.4.2. Parameter Tambahan

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terpisah dari perlakuan untuk mengetahui beberapa parameter tambahan terhadap hasil uji perlakuan.

##### a) Derajat Pembuahan

Derajat pembuahan ditentukan dari jumlah telur yang dibuahi dibagi dengan jumlah total telur dan dinyatakan dalam persen. Derajat pembuahan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Derajat Pembuahan} = \frac{\text{Jumlah telur yang dibuahi}}{\text{Jumlah total telur}} \times 100 \%$$

##### b) Derajat Penetasan

Derajat penetasan ditentukan dari jumlah telur yang menetas dibagi dengan total telur yang dibuahi dan dinyatakan dalam persen. Derajat penetasan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Derajat Penetasan} = \frac{\text{Jumlah telur yang menetas}}{\text{Jumlah telur yang dibuahi}} \times 100 \%$$

**c) Tingkat Kelangsungan Hidup Larva setelah 2 hari (SR<sub>2</sub>)**

Tingkat kelangsungan hidup larva setelah 2 hari (SR<sub>2</sub>) dihitung berdasarkan jumlah larva pada hari kedua setelah menetas dibagi jumlah total larva yang menetas. Rumus perhitungannya yaitu :

$$Survival Rate_2 (SR_2) = \frac{\text{Jumlah larva setelah 2 hari}}{\text{Jumlah total larva yang menetas}} \times 100 \%$$

**3.5. Analisis Data**

Data yang diperoleh dianalisa secara deskriptif statistik dengan menggunakan Microsoft Excel 2007 untuk uji-F dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil

#### 4.1.1. Keberhasilan dan Lama Waktu Ovulasi

Penyuntikan dengan ovaprim pada kontrol positif mampu merangsang terjadinya ovulasi dengan persentase keberhasilan mencapai 100%, demikian pula pada perlakuan premiks. Sedangkan pada penyuntikan dengan larutan fisiologis pada kontrol negatif ternyata tidak merangsang terjadinya ovulasi pada ikan sumatra.

Penyuntikan pada perlakuan *Spawnprime* C.1 hingga *Spawnprime* C.3 mampu merangsang terjadinya ovulasi dengan persentase keberhasilan mencapai 66,67%. Sedangkan pada perlakuan *Spawnprime* C.4 mampu merangsang ikan sumatra untuk berovulasi hingga 100% (Tabel 1).

Tabel 1. Keberhasilan dan lamanya waktu ovulasi pada ikan sumatra

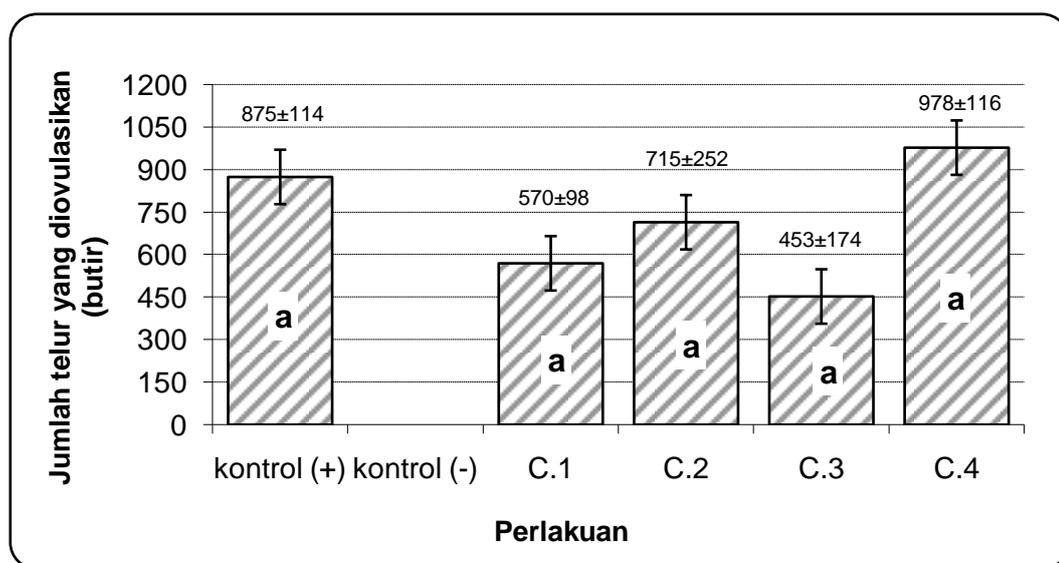
Perlakuan	Keberhasilan	Persentase keberhasilan pemijahan (24 jam)	Lama waktu ovulasi (jam) dalam 24 jam	Rata-rata lama waktu ovulasi ikan yang memijah (jam)
Kontrol Positif (Ovaprim)	1 = Berhasil	100%	8,03	10,97±1,83 <sup>ns</sup>
	2 = Berhasil		14,32	
	3 = Berhasil		10,57	
Kontrol Negatif (Lar.fisiologis)	1 = Tidak Berhasil	0%	- <sup>x</sup>	-
	2 = Tidak Berhasil		- <sup>x</sup>	
	3 = Tidak Berhasil		- <sup>x</sup>	
<i>Spawnprime</i> C.1	1 = Tidak Berhasil	66,67%	- <sup>x</sup>	12,83±2,52 <sup>ns</sup>
	2 = Berhasil		10,32	
	3 = Berhasil		15,35	
<i>Spawnprime</i> C.2	1 = Tidak Berhasil	66,67%	- <sup>x</sup>	13,73±0,07 <sup>ns</sup>
	2 = Berhasil		13,80	
	3 = Berhasil		13,67	
<i>Spawnprime</i> C.3	1 = Berhasil	66,67%	18,60	15,68±2,93 <sup>ns</sup>
	2 = Berhasil		12,75	
	3 = Tidak Berhasil		- <sup>x</sup>	
<i>Spawnprime</i> C.4	1 = Berhasil	100%	16,15	11,87±2,14 <sup>ns</sup>
	2 = Berhasil		9,78	
	3 = Berhasil		9,68	

Ket : 1, 2, 3 merupakan ulangan  
<sup>x</sup> : tidak berovulasi dalam 24 jam  
<sup>ns</sup> : non signifikan

Pada lama waktu ovulasi, nilai rata-ratanya berkisar antara 10,97±1,83 pada ovaprim sampai 15,68±2,93 pada perlakuan *Spawnprime* C.3, namun tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan dan ovaprim.

#### 4.1.2. Jumlah Telur yang Diovulasikan (*Spawned eggs*)

Pada penelitian ini digunakan induk ikan sumatra yang telah matang gonad dengan bobot yang berbeda dengan rata-rata bobot  $2,565 \pm 0,16$  gram. Dari ikan-ikan yang berovulasi, seluruh telur yang dikeluarkan dihitung dan didapatkan hasil jumlah telur yang diovulasikan berkisar antara  $452 \pm 173,5$  sampai  $977 \pm 115,44$  butir telur. Perlakuan *Spawnprime* C.4 menghasilkan jumlah telur yang diovulasikan tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, namun secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan ( $p > 0,05$ ) (Gambar 2).

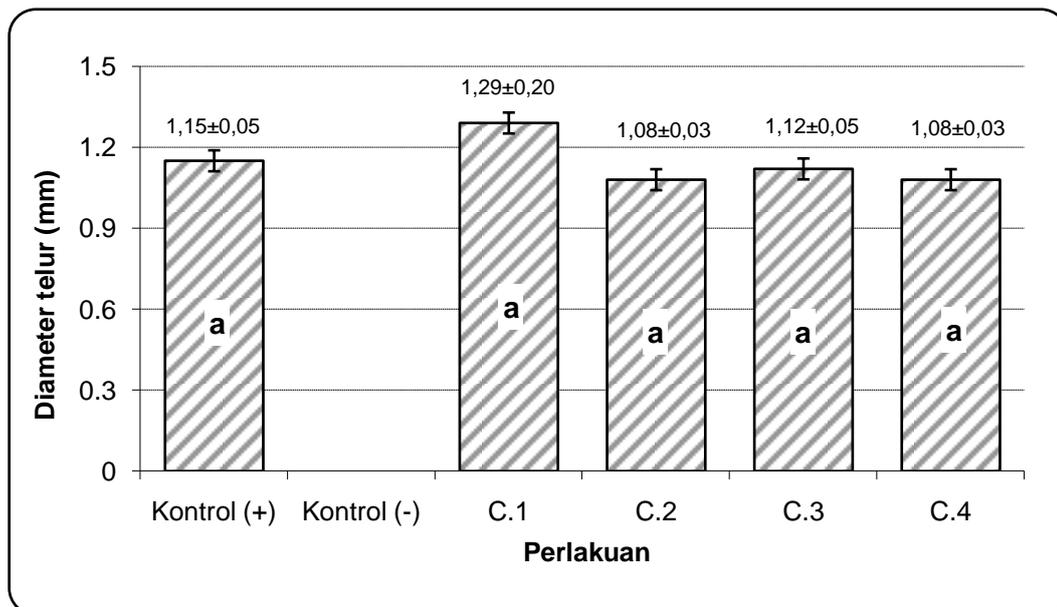


Ket : huruf pada grafik menunjukkan tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ )  
pada kontrol negatif ikan tidak berovulasi

Gambar 2. Grafik jumlah telur yang diovulasikan (*spawned eggs*) pada berbagai perlakuan

#### 4.1.3. Diameter Telur

Setelah dilakukan pengamatan terhadap sampel telur dari masing-masing ikan yang berovulasi diketahui diameter telur terkecil yakni  $1,08 \pm 0,03$  pada perlakuan *Spawnprime* C.2 dan C.4 sedangkan diameter terbesar yakni  $1,29 \pm 0,20$  pada perlakuan *Spawnprime* C.1, serta tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan ( $p > 0,05$ ) (Gambar 3).

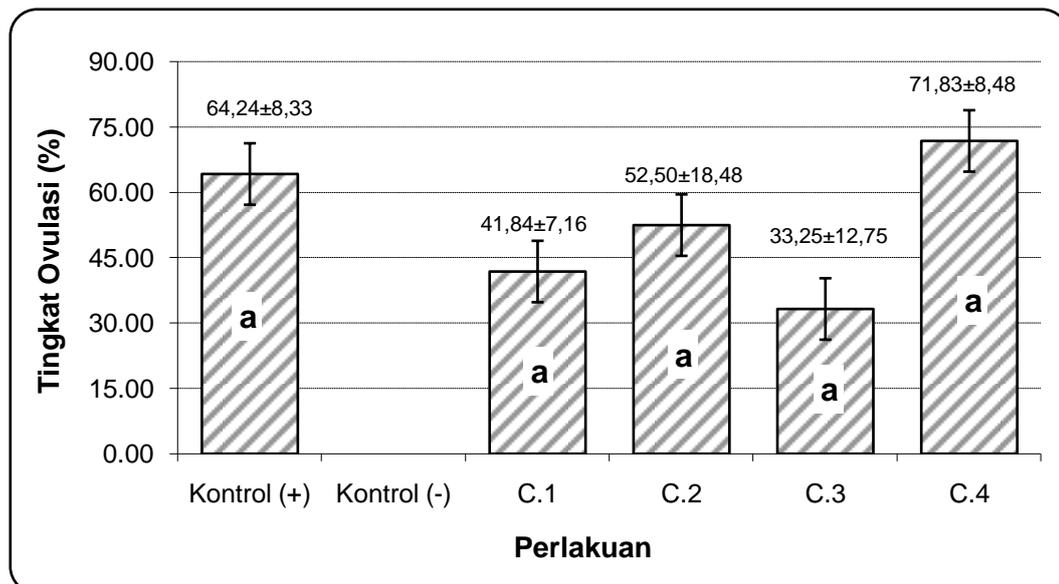


Ket : huruf pada grafik menunjukkan tidak berbeda nyata ( $p>0,05$ )  
pada kontrol negatif ikan tidak berovulasi

Gambar 3. Grafik pengaruh perlakuan pada diameter telur

#### 4.1.4. Tingkat Ovulasi

Tingkat ovulasi menyatakan proporsi seberapa banyak telur yang diovulasikan dibanding dengan jumlah seluruh telur dalam gonad. Jumlah seluruh telur pada masing-masing perlakuan di prediksi dari nilai rata-rata total bobot seluruh perlakuan yang dikonfersikan ke dalam nilai regresi antara bobot dengan fekunditas. Hasil yang didapatkan untuk tingkat ovulasi pada ikan sumatra setelah diberikan perlakuan menghasilkan tidak adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan dan kontrol ovaprim dengan nilai terbesar pada perlakuan *Spawnprime* C.4 sebesar  $71,83\pm 8,48\%$  dan terendah pada perlakuan *Spawnprime* C.3, sebesar  $33,25\pm 12,75\%$  (Gambar 4).



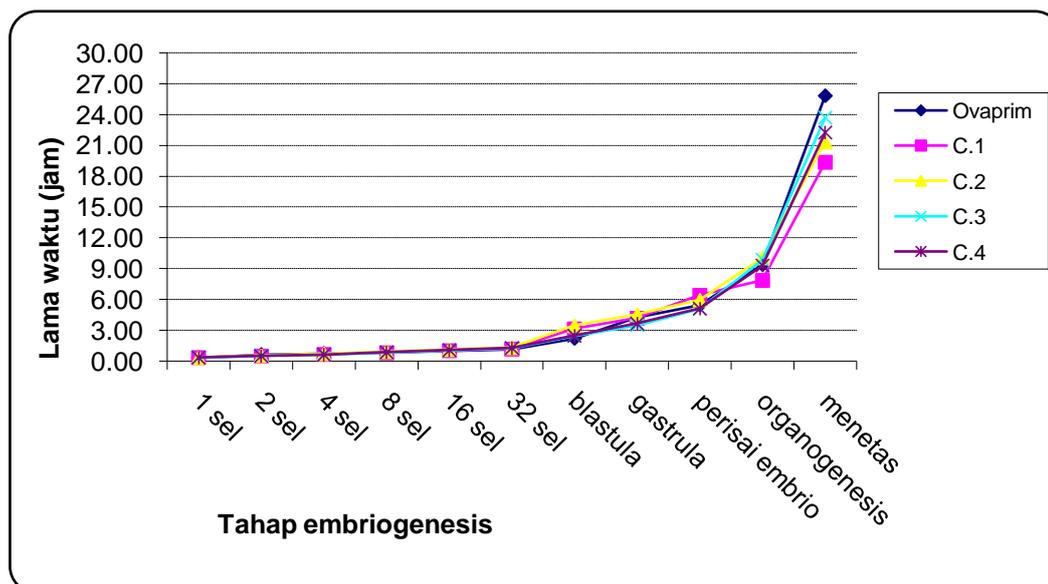
Ket : huruf pada grafik menunjukkan tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ )  
pada kontrol negatif ikan tidak berovulasi

Gambar 4. Grafik pengaruh perlakuan terhadap tingkat ovulasi

Pada penelitian ini, dilakukan juga pengujian lanjutan yang terpisah dengan penelitian utama untuk mengetahui apakah telur yang diovulasikan dapat dibuahi atau tidak. Pengujian yang dilakukan berupa pembuahan telur dengan sperma ikan sumatra jantan dan dilakukan pengamatan embriogenesis. Hasil pengamatan menunjukkan semua telur dari masing-masing induk betina yang diberi perlakuan premiks dapat dibuahi dengan persentase pembuahan terbesar pada perlakuan C.4 yaitu 70,27% dan terendah pada perlakuan C.1 yakni 36,96% (Tabel 2).

Tabel 2. Data hasil pengamatan tambahan

Perlakuan	Ovaprim	C.1	C.2	C.3	C.4
Bobot (gram)	2,38	3,41	2,10	2,26	4,79
Panjang (cm)	3,9	4,5	4,1	3,8	4,8
Vol.suntik (ml)	0,0238	0,0341	0,0210	0,0226	0,0479
Jam suntik (WIB)	23:08	23:09	23:42	23:34	23:40
Lama waktu ovulasi (jam)	11	11	11	14	14
Tingkat Ovulasi (%)	73,37	68,54	70,77	22,19	60,71
Derajat Pembuahan (%)	48,72	36,96	67,57	69,74	70,27
Derajat Penetasan (%)	42,11	64,71	66	92,45	65,38
SR <sub>2</sub> (%)	100	81,82	51,52	93,88	100
Diameter telur (mm)	1,0767	1,1767	1,1300	1,1300	1,1158



Gambar 5. Grafik lama waktu embriogenesis pada berbagai perlakuan

Dari gambar 5 tersebut diketahui tahapan embriogenesis dari perlakuan premiks lebih cepat menetas dari perlakuan ovaprim, selengkapnya pada Lampiran 4.

#### 4.2. Pembahasan

Pemijahan buatan dengan menggunakan ovaprim telah banyak dilakukan baik pada ikan konsumsi maupun ikan hias. Penelitian terhadap penggunaan ovaprim telah dilakukan kepada beberapa jenis ikan seperti ikan sumatra (Novianto 2004), ikan mas koki (Abdullah 2007), beberapa ikan *Indian major carps* (Nandeesh et al. 1990), dll. Pada penelitian ini, ovaprim digunakan sebagai kontrol positif. Hasil yang didapatkan ikan 100% memijah dengan selang waktu rata-rata  $10,97 \pm 1,83$ . Ovaprim mengandung sGnRH-LHRH dan anti dopamin, sGnRH-LHRH berfungsi untuk merangsang hipofisa untuk melepaskan gonadotropin yakni *Luteinizing Hormone* (LH). Namun pada kondisi alamiah sekresi gonadotropin dihambat oleh dopamin, sehingga dengan adanya anti dopamin maka peran dopamin akan terhenti, sehingga sekresi gonadotropin akan meningkat. Gonadotropin berperan dalam proses perkembangan dan pematangan oosit. Menurut Basuki (2007), *Gonadotropic Hormone* (GTH) terbagi dua yakni *Follicle stimulating hormone* (FSH) yang berperan dalam perkembangan oosit dan *Luteinizing Hormone* (LH) yang berperan dalam pemicu kematangan oosit.

Sedangkan menurut Nagahama *et al.* (1995), proses pematangan oosit terjadi karena rangsangan LH pada folikel, kemudian terbentuknya hormon steroid dalam sel teka dan granulosa dalam gonad. Menurunnya produksi estradiol  $17\beta$  dan aktivitas aromatase, ternyata diikuti oleh peningkatan testosteron, dan  $17\alpha,20\beta$ -dihidroksi-4-pregnen-3-one ( $17\alpha,20\beta$ -DP) sehingga oosit mengalami GVBD (*germinal vesicle break down*) dan berakhir pada ovulasi.

Keberhasilan memijah juga ditunjukkan pada perlakuan premiks buatan. Pada perlakuan C.1-C.3, tingkat keberhasilannya mencapai 66,67% dan perlakuan C.4 mencapai 100%. Hal tersebut menunjukkan bahwa premiks buatan tersebut juga mampu memicu terjadinya ovulasi pada ikan sumatra.

Kemampuan dari LHRHa dalam merangsang pengeluaran hormon gonadotropin dibantu dengan adanya anti dopamin yang mampu menghambat kerja dopamin telah cukup terbukti untuk mempercepat dan memicu terjadinya ovulasi. Pemberian aromatase inhibitor juga dapat memicu terjadinya ovulasi. Hal ini dikarenakan, aromatase inhibitor memiliki peran dalam menurunkan aktivitas aromatase dalam gonad akibatnya produksi estrogen- $17\beta$  turun dan meningkatkan produksi testosteron, hal tersebut merupakan awal sinyal balik positif terhadap LH sehingga proses pematangan oosit akan berlangsung lebih cepat. Menurut Basuki (2007), penambahan aromatase inhibitor (AI) juga memungkinkan kerja LH dalam menurunkan enzim aromatase tadi akan diperkuat atau digantikan oleh AI, sehingga peranan LH dalam proses pematangan dan ovulasi akan lebih efisien.

Pada kontrol negatif, yakni perlakuan dengan penyuntikan larutan fisiologis kepada ikan ternyata tidak menunjukkan keberhasilan ikan dalam berovulasi. Hal tersebut dikarenakan larutan fisiologis hanya mengandung ion-ion garam dan bersifat isotonik dalam tubuh sehingga tidak berpengaruh terhadap sistem hormon pada tubuh ikan. Pada beberapa ulangan dalam perlakuan premiks C.1 hingga C.3 terdapat pula hasil negatif (tidak memijah). Hal tersebut diduga terjadi karena beberapa faktor yaitu lambatnya reaksi hormonal akibat penyuntikan premiks, faktor kesiapan induk, dan lama waktu pengamatan. Lambatnya reaksi hormonal dapat disebabkan dari banyak sedikitnya komposisi hormon dalam premiks yang disuntikkan ke ikan sehingga mempengaruhi otak dalam menerima rangsangan dari luar akan hormon-hormon tersebut. Menurut Mittelmark dan Kapuscinski

(2008), hormon mempunyai peranan penting dalam proses reproduksi di ikan. Hormon berjalan mengikuti aliran darah untuk masuk ke dalam suatu jaringan, dengan lamanya respon yang bervariasi antar waktunya. Satu respon akan mengeluarkan suatu hormon lainnya dan memicu munculnya rangsangan dari jaringan lain. Kesiapan induk juga harus diperhatikan karena jika induk belum matang gonad maka penyuntikan premiks akan sia-sia bahkan hasilnya bisa negatif terhadap ovulasi. Lamanya waktu pengamatan juga berpengaruh karena pada penelitian ini waktu pengamatan terbatas hanya 24 jam, sedangkan diduga pada penyuntikan premiks ini, terdapat ikan yang memijah lewat dari 24 jam.

Lamanya waktu ovulasi menunjukkan seberapa cepat reaksi dari ikan dalam menerima rangsangan hormonal yang diberikan hingga menyebabkannya berovulasi. Menurut tabel 1, kontrol positif memiliki rata-rata selang waktu tercepat dari keseluruhan perlakuan, kemudian diikuti secara berturut-turut oleh perlakuan C.4, C.1, C.2, dan C.3. Namun melalui uji statistik, nilai lamanya waktu ikan untuk berovulasi tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata.

Lamanya waktu ikan berovulasi setelah diberikan perlakuan tergantung oleh beberapa faktor. Salah satunya adalah kesiapan atau kematangan gonad dari ikan itu sendiri. Karenanya diperlukan penyeleksian terlebih dahulu terhadap ikan yang akan disuntik. Pada ikan sumatra ini, tanda kematangan gonad dapat dilihat dari perut induk betina yang agak membesar dan pada bagian lubang genitalnya sudah terlihat butir telur yang berwarna bening. Selanjutnya jika telah dilakukan penyeleksian terhadap ikan maka faktor yang berpengaruh adalah seberapa besar pengaruh dari campuran bahan-bahan yang disuntikkan ke ikan. Bahan-bahan tersebut akan berpengaruh kepada kerja hormonal dari sistem reproduksi pada ikan. Jika kadar hormon alami dalam tubuh ditambah dengan rangsangan hormon yang diberikan dari luar dirasa cukup maka telur akan cepat masak dan waktu ovulasi juga akan semakin cepat. Namun jika kurang maka waktu ovulasi akan semakin lama, tetapi jika kadarnya berlebih maka yang terjadi yaitu telur dapat mengalami atresi dan tidak akan terjadi ovulasi.

Hal tersebut seperti yang terjadi dalam penelitian Hong dan Donaldson (1998) yang menyatakan implantasi AI sebanyak 100 mg/kg bobot tubuh selama

44 hari perlakuan menyebabkan terjadinya atresi pada gonad ikan salmon. Namun dalam penelitian yang dilakukan oleh Afonso *et al.* (1999), pemberian AI sebesar 10 mg/kg pada induk coho salmon siap mijah, hasil yang didapat yaitu pada H<sub>10</sub> mulai ovulasi sebesar 67% dengan fertilitas 85%.

Hasil uji statistika untuk parameter jumlah telur yang diovulasikan, diameter telur, dan tingkat ovulasi pada selang kepercayaan 95%, tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan premiks *Spawnprime* dan ovaprim. Hal tersebut menunjukkan kinerja reproduksi pada ikan yang disuntikkan premiks *Spawnprime* dan ovaprim sama dalam mempercepat pematangan oosit.

Ovulasi terjadi setelah pematangan akhir dan sel telur telah mengalami GVBD. Banyak sedikitnya telur yang diovulasikan tergantung dari seberapa banyak telur yang telah masak sebelum folikel pecah. Karenanya pengaruh hormon dalam perkembangan dan pematangan oosit berperan besar disini. LHRHa yang diberikan merangsang hipofisa untuk mensekresikan gonadotropin dan anti dopamin membantu memperlancar sekresi gonadotropin dalam hal ini yaitu LH, untuk pematangan oosit. Sedangkan pemberian aromatase inhibitor mengakibatkan kerja enzim aromatase terhambat, akibatnya sintesis estrogen dalam pengembangan oosit semakin menurun. Dengan turunnya produksi estrogen maka diikuti dengan meningkatnya produksi testosteron sehingga terjadilah umpan balik positif terhadap gonadotropin terutama LH. Sehingga kerja LH dari pituitari ditambah dengan adanya efek aromatase inhibitor pada gonad yang juga menyebabkan terjadinya umpan positif pada LH akan semakin mempercepat pematangan oosit hingga nanti berakhir pada ovulasi.

Kemudian menurut Basuki (2007), jika telur telah masak, maka tanda kematangannya disampaikan ke pusat syaraf, kemudian dari pusat syaraf terjadilah proses yang menyebabkan terlepasnya hormon adrenalin dan akan merangsang selaput folikel untuk mensintesa prostaglandin F<sub>2α</sub> sehingga folikel berkontraksi, dan terjadilah ovulasi.

Untuk mengetahui apakah telur yang diovulasikan dapat dibuahi atau tidak maka dilakukan pembuahan pada sampel telur dari masing-masing perlakuan dengan sperma ikan sumatra. Hasil yang didapatkan mengindikasikan adanya perbaikan viabilitas telur yang diovulasikan pada perlakuan *Spawnprime* C.1-C.4

dibandingkan dengan ovaprim. Perbaikan tersebut dapat terlihat dari nilai derajat pembuahan dan derajat penetasannya.

Dilihat dari segi ekonominya, semua nilai kisaran harga (Lampiran 5) premiks *Spawnprime C* secara umum mampu mengefisiensikan harga ovaprim (Rp. 220.000,-) hingga 74% lebih murah (Rp. 57.550,-). Jika dibandingkan antara premiks *Spawnprime C* dan ovaprim maka premiks *Spawnprime C.2* dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif premiks hormon untuk pemijahan buatan. Hal ini didasarkan atas nilai kinerja reproduksi dari beberapa parameter baik parameter utama dan tambahan yang menunjukkan hasil yang sama bahkan lebih baik dibandingkan dengan nilai kinerja reproduksi pada premiks ovaprim. Selain itu harga premiks *Spawnprime C.2* jauh lebih murah (Rp. 95.050,-) dari harga premiks ovaprim (Rp. 220.000,-). *Spawnprime C* dapat dijadikan salah satu premiks domestik selain ovaprim untuk pemijahan buatan.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Aromatase inhibitor terbukti mampu mempercepat pematangan gonad dan menstimulus ovulasi pada ikan sumatra yang digunakan sebagai ikan model. Perlakuan *Spawnprime* C.2 memiliki kinerja reproduksi dan lama waktu ovulasi yang sama dengan ovaprim namun memiliki kecenderungan derajat pembuahan dan penetasan yang lebih baik dari ovaprim. Jika dari nilai ekonomi maka premiks *Spawnprime* C secara umum mampu mengefisiensikan harga ovaprim (Rp. 220.000,-) hingga 74% lebih murah (Rp. 57.550,-).

### 5.2. Saran

Perlakuan *Spawnprime* C.2 dapat diaplikasikan sebagai premiks hormon alternatif selain ovaprim untuk pemijahan buatan. Diperlukan suatu penelitian lanjutan tentang efektifitas premiks *Spawnprime* kepada spesies ikan-ikan lainnya.

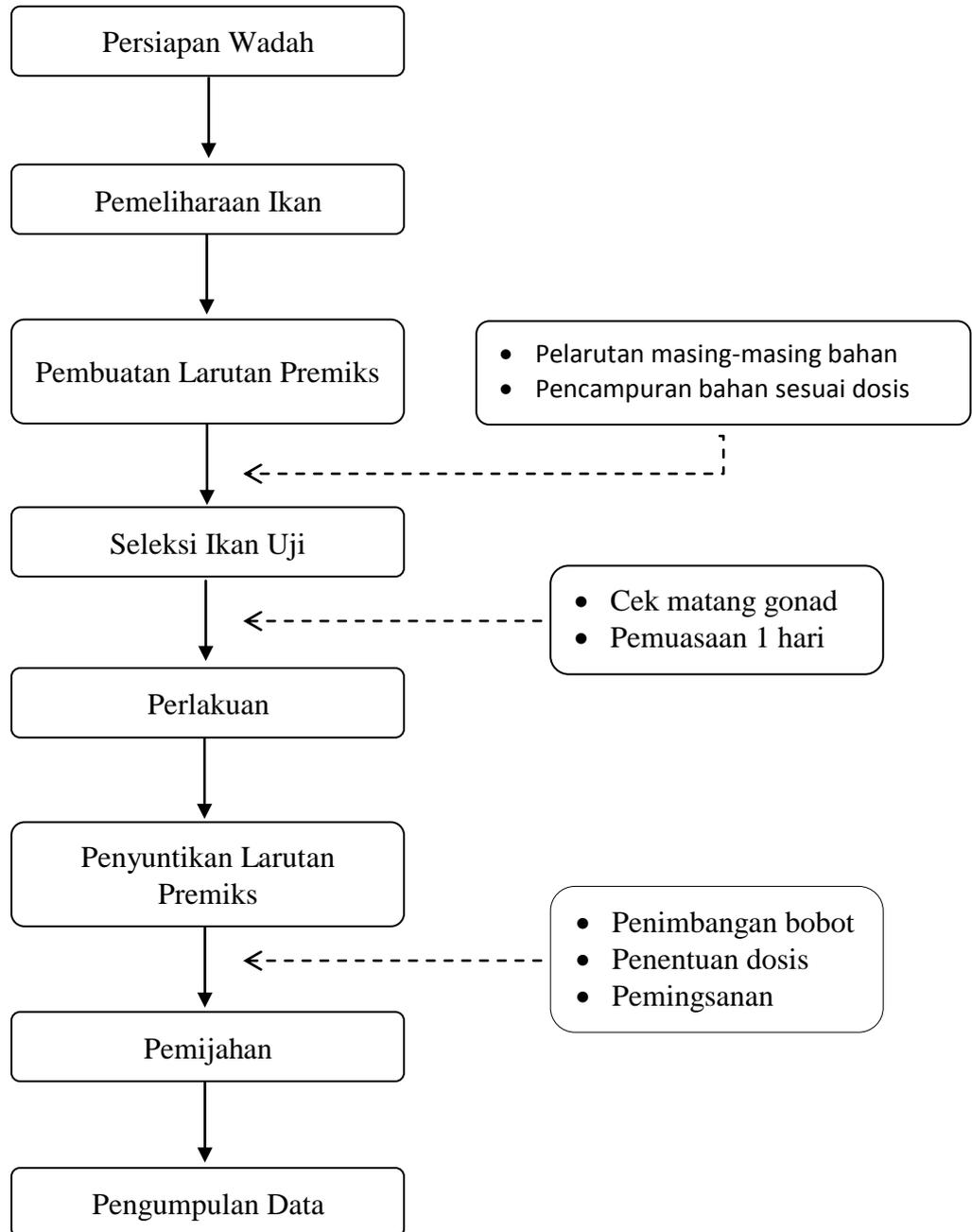
## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah N. 2007. Efektivitas Pemberian Ovaprim Secara Topikal pada Proses Ovulasi dan Pemijahan Induk Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*). Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Afonso LOB, Iwama GK, Smith J, dan Donaldson EM. 1999. Effect of Aromatase Inhibitor Fadrozol on Plasma Sex Steroid and Ovulation Rate in Female Coho Salmon, *Oncorhynchus kisuth*, Close to Final Maturation. Gen. Comp. Endocrinol 113 : 221-229
- Basuki F. 2007. Optimalisasi Pematangan Oosit dan Ovulasi pada Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*) melalui Penggunaan Inhibitor Aromatase. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Casper RF dan Mitwally MFM. 2006. Review : Aromatase Inhibitors for Ovulation Induction. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism 91(3) : 760–771.
- Cindelaras S. 2005. Perkembangan Embrio Ikan Zebra Danio (*Brachydanio rerio*). Skripsi. Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Daelami DAS. 2001. Usaha Pembenihan Ikan Hias Air Tawar. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Effendie HI. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.
- Ganggadata P. 2007. Embriogenesis Ikan Sumatra (*Puntius tetrazona*). Skripsi. Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Holzer H, Casper R, dan Tulandi T. 2006. A New Era in Ovulation Induction. Fertile Sterile 85(2) : 277-284.
- Hong W dan Donaldson EM. 1998. Effect of The Aromatase Inhibitor Fadrozole on Gonadal Development in Coho Salmon, *Oncorhynchus kysuth*. Asian Fisheries Science 10:339-345
- Lesmana DS dan Dermawan I. 2001. Budidaya Ikan Hias Air Tawar Populer. Penebar Swadaya. Jakarta
- Linhart O, Mims SD, Gomelsky B, Hiott AE, Shelton WL, Cosson J, dan Rodin M. 2000. Spermiation of Paddlefish (*Polyodon spathula*) Offer Hormon Injection. In Sible Aquaculture in The New Millenium, Flos, R and Crewell, L (Editor). European Aquaculture Society, Spc. Publ (28), Belgium, p.403.

- Masyarakat Akuakultur Indonesia (MAI). 2008. Produksi Perikanan Budidaya Menurut Komoditas Utama (2005-2009). <http://www.aquaculture-mai.org/mod.php?name=News&file=article&sid=29> [tanggal kunjung 25 Agustus 2009]
- Mittelmark J dan Kapuscinski A. 2008. Induced Reproduction in Fish. [http://seagrant.umn.edu/aquaculture/induced\\_fish\\_reproduction](http://seagrant.umn.edu/aquaculture/induced_fish_reproduction) [tanggal kunjung 24 Agustus 2009]
- Muthmainnah D. 2009. Ikan Pirik Elang (*Puntius tetrazona*). <http://www.dkp.go.id/index.php/ind/newsmenus/312/sudahkah-anda-tahu-ikan-pirik-elang-puntius-tetrazona> [tanggal kunjung 18 April 2009]
- Nandeesh MC, Rao KG, Jayanna RN, Parker NC, Varghese TJ, Keshavanath P, dan Shetty HPC. 1990. Induced Spawning of Indian Major Carps Through Single Application of Ovaprim-C. The Second Asian Fisheries Forum. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines.
- Nagahama Y. 1987. Gonadotropin Action on Gametogenesis and Steroidogenesis in Teleost Gonads. *Zool Sci* 4 : 209-222
- Nagahama Y, Yoshikuni M, Yamashita M, Tokumoto T, Katsu Y. 1995. Regulation of Oocyte Growth and Maturation in Fish. *Dev Biol* 30 : 103-145
- Novianto E. 2004. Evaluasi Penyuntikan Ovaprim-C dengan Dosis yang Berbeda kepada Ikan Sumatra (*Puntius tetrazona*). Skripsi. Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Sumantri D. 2006. Efektifitas Ovaprim dan Aromatase Inhibitor dalam Mempercepat Pemijahan pada Ikan Lele Dumbo *Clarias* sp. Skripsi. Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Wikipedia. 2009. Tiger Barb. [http://en.wikipedia.org/wiki/Tiger\\_barb](http://en.wikipedia.org/wiki/Tiger_barb) [tanggal kunjung 18 April 2009]

## LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema metode penelitian



Lampiran 2. Data perlakuan pada ikan sumatra

Perlakuan	Bobot (gram)	Panjang (cm)	Lama Pingsan (menit)	Vol. Suntik (ml)	Jam Suntik	Jam Ovulasi
O1	3,53	4,0	2,10	0,0353	22:24	06:26
O2	3,90	4,5	1,54	0,0390	22:29	12:48
O3	2,28	3,9	2,05	0,0228	22:50	09:24
L1	1,51	3,4	1,32	0,0151	22:47	-
L2	1,55	3,4	1,07	0,0155	22:50	-
L3	2,00	3,5	1,00	0,0200	00:03	-
C1.1	3,43	4,4	1,48	0,0343	22:59	-
C1.2	2,45	4,0	1,30	0,0245	23:15	09:34
C13	2,86	4,1	1,58	0,0286	22:58	14:19
C2.1	3,29	4,2	1,51	0,0329	23:42	-
C2.2	2,39	3,8	1,44	0,0239	23:11	12:59
C2.3	2,30	3,5	1,23	0,0230	23:20	13:00
C3.1	3,16	4,2	1,40	0,0316	23:53	18:29
C3.2	2,26	4,1	1,06	0,0226	00:08	12:55
C3.3	2,31	3,7	2,45	0,0231	23:34	-
C4.1	2,50	3,7	1,21	0,0250	00:31	16:40
C4.2	2,64	3,9	1,58	0,0264	23:41	09:28
C4.3	1,81	3,5	1,47	0,0181	23:48	09:29

Ket :

O : Kontrol positif (Ovaprim)

L : Kontrol negatif (Larutan Fisiologis)

C1 : Perlakuan *Spawnprime* C.1C2 : Perlakuan *Spawnprime* C.2C3 : Perlakuan *Spawnprime* C.3C4 : Perlakuan *Spawnprime* C.4

O1, O2, ..., C4.2, C4.3 : ulangan pada masing-masing perlakuan 1, 2, 3

## Lampiran 3. Parameter uji pada ikan sumatra

Perlakuan	% induk ovulasi	Spawned Eggs (butir)	Diameter telur (mm)	Tingkat ovulasi (%)	Lama waktu ovulasi (jam)
O1	100	755	1,17	55,47	8,03
O2		1101	1,22	80,90	14,32
O3		767	1,05	56,36	10,57
Rata-rata		874,3±113,4	1,15±0,05	64,24±8,33	10,97±1,83
L1	0	-	-	-	-
L2		-	-	-	-
L3		-	-	-	-
Rata-rata		-	-	-	-
C1.1	66,67	-	-	-	-
C1.2		472	1,49	34,68	10,32
C1.3		667	1,09	49,01	15,35
Rata-rata		569,5±97,5	1,29±0,20	41,84±7,16	12,83±2,52
C2.1	66,67	-	-	-	-
C2.2		966	1,05	70,98	13,80
C2.3		463	1,11	34,02	13,67
Rata-rata		714,5±251,5	1,08±0,03	52,50±18,48	13,73±0,07
C3.1	66,67	626	1,18	46,00	18,60
C3.2		279	1,07	20,50	12,75
C3.3		-	-	-	-
Rata-rata		452,5±173,5	1,12±0,05	33,25±12,75	15,68±2,93
C4.1	100	1204	1,13	88,46	16,15
C4.2		904	1,08	66,42	9,78
C4.3		825	1,03	60,62	9,68
Rata-rata		977,7±115,4	1,08±0,03	71,83±8,48	11,87±2,14

Ket :

O : Kontrol positif (Ovaprim)

L : Kontrol negatif (Larutan Fisiologis)

C1 : Perlakuan *Spawnprime* C.1C2 : Perlakuan *Spawnprime* C.2C3 : Perlakuan *Spawnprime* C.3C4 : Perlakuan *Spawnprime* C.4

- : ikan tidak memijah

O1, O2, ..., C4.2, C4.3 : ulangan pada masing-masing perlakuan 1, 2, 3

Lampiran 4. Lama waktu tahapan embriogenesis pada ikan sumatra dari masing-masing perlakuan

Perlakuan	Tahapan embriogenesis (jam)*					
	1 sel	2 sel	4 sel	8 sel	16 sel	32 sel
Ovaprim	0,35	0,65	0,77	0,87	1,02	1,18
C.1	0,37	0,53	0,70	0,85	1,02	1,18
C.2	0,37	0,57	0,75	0,95	1,15	1,33
C.3	0,35	0,53	0,68	0,88	1,07	1,28
C.4	0,38	0,52	0,67	0,88	1,08	1,30

Perlakuan	Tahapan embriogenesis (jam)*				
	blastula	gastrula	perisai embrio	organogenesis	menetas
Ovaprim	2,22	4,27	5,47	9,40	25,82
C.1	3,17	4,18	6,43	7,87	19,35
C.2	3,47	4,57	5,97	10,07	21,33
C.3	2,47	3,53	5,10	9,87	23,70
C.4	2,50	3,70	5,15	9,32	22,25

Lampiran 5. Kisaran harga *Spawnprime*

Nama bahan	Harga (Rp)	Keterangan
LHRHa	750.000	Harga per 1 mg
Aromatase Inhibitor (AI)	10	Harga per 1 mg
Anti Dopamin (AD)	50	Harga per 1 mg
<i>Spawnprime</i> C.1	57.550	Harga per 10 ml
<i>Spawnprime</i> C.2	95.050	Harga per 10 ml
<i>Spawnprime</i> C.3	132.550	Harga per 10 ml
<i>Spawnprime</i> C.4	170.050	Harga per 10 ml

Lampiran 6. Kualitas air

Tempat	Parameter			
	Suhu (°C)	DO (mg/l)	TAN (ppm)	pH
Tandon	27	5,23	0,1143	8
Akuarium pemeliharaan	27	4	1,0571	5
Akuarium perlakuan	26,9	4,26	0,2508	7

Lampiran 7. Analisis Anova Single Factor (uji-F) untuk parameter lama waktu ovulasi dari semua perlakuan.

Anova: Single Factor

SUMMARY				
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Column 1	3	1975	658,3333	35976,33
Column 2	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!
Column 3	2	1540	770	45602
Column 4	2	1648	824	32
Column 5	2	1881	940,5	61600,5
Column 6	3	2137	712,3333	49417,33

Anova

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	111067,1	5	22213,42	0,479389	0,781447	4,387374
Within Groups	278021,8	6	46336,97			
Total	389088,9	11				

Kesimpulan :  $F_{hit} < F_{tab}$ , tidak ada perbedaan yang nyata antar perlakuan ( $p > 0,05$ ).

Lampiran 8. Analisis Anova Single Factor (uji-F) untuk parameter diameter telur dari semua perlakuan.

Anova: Single Factor

SUMMARY				
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Column 1	3	3,4403	1,146767	0,007811
Column 2	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!
Column 3	2	2,586	1,293	0,078646
Column 4	2	2,1633	1,08165	0,001607
Column 5	2	2,2463	1,12315	0,005439
Column 6	3	3,241	1,080333	0,002325

Anova

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	0,065012	5	0,013002	0,736226	0,622893	4,387374
Within Groups	0,105966	6	0,017661			
Total	0,170978	11				

Kesimpulan :  $F_{hit} < F_{tab}$ , tidak ada perbedaan yang nyata antar perlakuan ( $p > 0,05$ ).

Lampiran 9. Analisis Anova Single Factor (uji-F) untuk parameter telur yang diovolasikan dari semua perlakuan.

Anova: Single Factor

SUMMARY				
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Column 1	3	2623	874,3333	38569,33
Column 2	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!
Column 3	2	1139	569,5	19012,5
Column 4	2	1429	714,5	126504,5
Column 5	2	905	452,5	60204,5
Column 6	3	2933	977,6667	39980,33

Anova

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	446496,1	5	89299,22	1,476749	0,321774	4,387374
Within Groups	362820,8	6	60470,14			
Total	809316,9	11				

Kesimpulan :  $F_{hit} < F_{tab}$ , tidak ada perbedaan yang nyata antar perlakuan ( $p > 0,05$ ).

Lampiran 10. Analisis Anova Single Factor (uji-F) untuk parameter tingkat ovulasi dari semua perlakuan.

Anova: Single Factor

SUMMARY				
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Column 1	3	192,7259	64,24198	208,2216
Column 2	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!
Column 3	2	83,68846	41,84423	102,6415
Column 4	2	104,9963	52,49816	682,9513
Column 5	2	66,49522	33,24761	325,022
Column 6	3	215,5033	71,83444	215,8391

Anova

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	2410,468	5	482,0936	1,476749	0,321774	4,387374
Within Groups	1958,736	6	326,456			
Total	4369,204	11				

Kesimpulan :  $F_{hit} < F_{tab}$ , tidak ada perbedaan yang nyata antar perlakuan ( $p > 0,05$ ).