

PERFORMANSI TIGA GENOTIPE IKAN NILA YANG DIBERI PAKAN AROMATASE INHIBITOR PADA TAHAP PEMBESARAN

Didik Ariyanto^{*)}, Komar Sumantadinata^{**)}, dan Agus Oman Sudrajat^{**)}

^{*)} Loka Riset Pemuliaan dan Teknologi Budidaya Perikanan Air Tawar
Jl. Raya Sukamandi No. 2, Subang 41256
E-mail: *didik_ski@yahoo.com*

^{**)} Departemen Budidaya Perairan-FPIK, Institut Pertanian Bogor
Jl. Lingkar Akademik, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

(Naskah diterima: 15 Oktober 2009; Disetujui publikasi: 26 April 2010)

ABSTRAK

Ikan nila jantan XY mempunyai laju pertumbuhan lebih cepat dibanding ikan betina XX, sehingga budidaya ikan nila tunggal kelamin jantan lebih menguntungkan. Salah satu metode produksi massal benih ikan nila tunggal kelamin jantan adalah melalui *sex reversal*, yaitu dengan menambahkan hormon sintetik 17α -metiltestosteron (mt) atau dapat juga dengan memberikan bahan aromatase inhibitor (AI). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performansi benih tiga genotipe (XX, XY, dan YY) ikan nila yang diberi bahan AI pada tahap pembesaran. Bahan utama adalah benih ikan nila genotipe XX, XY, dan YY yang diberi bahan AI. Benih dengan penambahan hormon mt digunakan sebagai kontrol (+). Sebagai pembanding digunakan populasi campuran antara jantan dan betina. Benih berumur 95 hari setelah menetas dengan bobot rata-rata 20 g/ekor dipelihara dalam jaring yang ditempatkan di kolam pembesaran selama 120 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi tunggal kelamin jantan genotipe XY maupun jantan hasil *sex reversal* genotipe XX mempunyai laju pertumbuhan dan hasil panen lebih baik dibandingkan populasi campuran XX-XY. Semua perlakuan dan genotipe yang berbeda tidak memberikan dampak yang berbeda nyata terhadap nilai keragaman ukuran, sintasan, maupun nilai *food conversion ratio*, kecuali pada genotipe YY. Organ reproduksi pada semua genotipe dan perlakuan berkembang normal.

KATA KUNCI: ikan nila, aromatase inhibitor, performansi benih, pembesaran

ABSTRACT: *Performance of three genotypes of Nile tilapia administered with aromatase inhibitor in grow-out period. By: Didik Ariyanto, Komar Sumantadinata, and Agus Oman Sudrajat*

It is widely known that male tilapia which has XY genotype has faster growth rates compared to the female of XY genotype and thus monosex culture of male tilapia is more profitable. One of the methods in mass production of monosex male tilapia is by sex reversal, which is administering synthetic hormone of 17α -methyltestosterone (mt) or aromatase inhibitor (AI) in fish feeding. This study was conducted to evaluate the performance of three genotypes of tilapia, which are XX, XY, and YY, administered with aromatase inhibitor in grow-out period. Mixed sex population, consisting of 50% XX genotype and 50% XY genotype was used as control population. The results showed that over the grow-out culture period of 120 days, all male populations especially XY genotype and sex reversed from XX genotype had better growth rates and harvest yields than all female and mixed sex populations. All genotypes and treatments did not significantly affect size variability, survival rate and food conversion ratio, except in YY genotype. In general, YY genotype had the lowest growth performance although

in terms of reproductive aspect, YY genotype and other genotypes in the tested tilapia population have a well developed reproductive organ.

KEYWORDS: *tilapia, aromatase inhibitor, performances, grow-out period*

PENDAHULUAN

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu jenis ikan tilapia yang *indigenous* di Benua Afrika. Namun demikian, pada saat ini ikan nila telah menyebar di berbagai negara di dunia termasuk Indonesia (Popma & Lovshin, 1995). Secara global, ikan tilapia merupakan salah satu komoditas penting dengan produksi dan kebutuhan yang semakin meningkat (Fitzsimmons, 2008). Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia (KKP-RI) juga menempatkan ikan nila sebagai salah satu ikan budidaya air tawar yang mempunyai nilai ekonomis penting dan merupakan salah satu dari 10 komoditas utama kegiatan budidaya.

Secara biologis, laju pertumbuhan ikan nila jantan lebih cepat dibandingkan dengan ikan nila betina (*sexual dimorphism*) (Popma & Masser, 1999). Data empiris pada budidaya ikan nila menunjukkan penggunaan populasi tunggal kelamin (*mono-sex*) jantan akan memberikan produksi lebih baik dibandingkan populasi campuran (*mixed-sex*) (Rakocy & McGinty, 1989; Tave, 1993; Tave, 1996; Chapman, 2000; Dunham, 2004; Gustiano, 2006). Selain disebabkan oleh fenomena *sexual dimorphism*, budidaya ikan nila menggunakan benih dengan kelamin jantan dan betina yang dicampur juga mengalami pertumbuhan yang relatif lebih lambat. Hal ini diduga karena terjadinya kematangan kelamin dini pada populasi campuran (Mair *et al.*, 1995). Dijelaskan lebih lanjut bahwa kematangan kelamin dini tersebut dapat menghambat pertumbuhan populasi karena energi yang digunakan untuk pertumbuhan sebagian terbagi untuk perkembangan kematangan gonad. Selain itu, adanya anakan yang tidak dikehendaki pada populasi kelamin campuran juga mengakibatkan energi yang harus dikeluarkan dalam rangka kompetisi mencari makan semakin besar. Dampak yang terjadi adalah rendahnya biomassa ikan pada waktu panen yang hanya mencapai 30%-50%. Untuk menghindari fenomena yang merugikan tersebut, perlu dilakukan budidaya ikan nila kelamin tunggal, khususnya kelamin tunggal jantan.

Salah satu metode untuk mendapatkan populasi ikan nila tunggal kelamin jantan yang banyak dilakukan adalah dengan metode pembalikan kelamin atau *sex reversal*. Teknik *sex reversal* pada ikan nila yang banyak dilakukan adalah dengan penambahan hormon sintetik 17α -metiltestosteron (mt). Namun berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor KEP.20/MEN/2003, hormon 17α -mt termasuk dalam klasifikasi obat keras yang berarti bahwa peredaran dan pemanfaatannya menjadi semakin dibatasi terkait dengan dampak negatif yang dapat ditimbulkan, baik kepada ikan, manusia maupun lingkungan. Hormon 17α -mt notabene merupakan hormon sintetik bersifat karsinogenik bagi manusia. Selain itu, hormon ini juga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan karena sulit terdegradasi secara alami (Contreras-Sanchez *et al.*, 2001). Dalam rangka menggantikan fungsi hormon 17α -mt, mulai dikembangkan penggunaan bahan-bahan alternatif yang lebih aman untuk "dikonsumsi" antara lain bahan aromatase *inhibitor* (AI). AI adalah bahan kimia yang mampu menghambat sekresi enzim aromatase yang berperan dalam sintesis estrogen dari androgen. Penurunan rasio estrogen terhadap androgen menyebabkan terjadinya perubahan penampakan dari betina menjadi menyerupai jantan, atau terjadi maskulinisasi karakteristik seksual sekunder. Secara umum, penelitian *sex reversal* berhenti sampai pada diketahuinya nisbah kelamin yang dihasilkan, sedangkan evaluasi penggunaan benih hasil *sex reversal* pada kegiatan budidaya belum dilakukan. Selain melalui metode *sex reversal*, produksi benih ikan nila tunggal kelamin jantan juga dapat dilakukan dengan menggunakan induk jantan super (*supermale*). Induk jantan super yang bergenotipe YY jika dikawinkan dengan induk betina normal dengan genotipe XX akan menghasilkan keturunan 100% bergenotipe XY atau biasa disebut GMT (*Genetically Male Tilapia*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performansi benih tiga genotipe ikan

nila (XX, XY, dan YY) yang diberi bahan AI pada tahap pembesaran.

BAHAN DAN METODE

Bahan utama percobaan adalah 10 populasi benih ikan nila berumur 95 hari setelah menetas, terdiri atas 3 populasi genotipe XX (perlakuan pemberian bahan AI imidazole, penambahan hormon mt dan kontrol), 3 populasi genotipe XY (perlakuan pemberian bahan AI imidazole, penambahan hormon mt dan kontrol) dan 3 populasi genotipe YY (perlakuan pemberian bahan AI imidazole, penambahan hormon mt dan kontrol) serta 1 populasi campuran genotipe XX dan XY dalam proporsi yang sama.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pemuliaan dan Genetika dan kolam percobaan pada Loka Riset Pemuliaan dan Teknologi Budidaya Perikanan Air Tawar, Sukamandi, Subang, Jawa Barat pada Bulan Oktober 2008 sampai Juli 2009. Kegiatan ini dimulai dengan pemilihan induk yang siap memijah dan dilanjutkan dengan memasukkan induk-induk ikan nila jantan dan betina pada kolam pemijahan. Jumlah induk yang dipijahkan untuk masing-masing kombinasi sebanyak 10 jantan dengan 20 betina. Setelah 10 hari di kolam pemijahan, dilakukan pengecekan induk betina. Telur yang terdapat di dalam mulut induk-induk betina yang memijah diambil dan ditampung dalam wadah berisi air yang diaerasi. Selanjutnya telur hasil koleksi dimasukkan ke dalam bak penetasan dengan kepadatan 3.000 butir/bak. Jumlah bak penetasan yang digunakan untuk masing-masing kombinasi pemijahan sebanyak 2 unit. Selanjutnya larva hasil penetasan telur ditampung dalam bak fiber volume 500 liter secara terpisah untuk masing-masing genotipe. Pada hari ke-5 setelah menetas, larva ditebar dalam akuarium ukuran 60 cm x 40 cm x 40 cm yang diisi 75 liter air dan diaerasi. Padat tebar yang digunakan adalah 4 ekor/L atau setara dengan 300 ekor per akuarium. Jumlah akuarium yang digunakan sebanyak 36 buah, ditambah 4 buah akuarium untuk populasi campuran XX-XY sehingga jumlah total akuarium sebanyak 40 buah.

Pemberian bahan AI imidazole dilakukan melalui pakan, yaitu dengan mencampur 25 mg imidazole yang dilarutkan dalam alkohol 70% ke dalam 1 kg pakan komersial dengan kandungan protein kasar 40% (Ariyanto *et al.*, 2009). Penambahan hormon 17α -mt sebagai

kontrol (+) juga dilakukan melalui pakan, yaitu dengan mencampur 60 mg hormon 17α -mt yang sudah dilarutkan dalam alkohol 70% ke dalam 1 kg pakan komersial dengan kandungan protein kasar 40%. Pakan yang diberikan untuk populasi kontrol (-) dan populasi campuran XX-XY berupa pakan komersial yang sama dengan pakan di atas tanpa penambahan bahan apapun. Pemberian pakan kepada larva dimulai pada hari ke-7 setelah menetas dan dilakukan secara *ad-satiassi* dengan frekuensi 5-6 kali sehari. Pemberian perlakuan melalui pakan dilakukan selama 28 hari.

Sepuluh populasi benih ikan nila dipindahkan ke dalam 40 unit hapa pendederan ukuran 2 m x 2 m x 1 m dengan kepadatan 250 ekor/hapa. Selama 60 hari masa pendederan, benih diberi pakan komersial dengan kandungan protein 32% secara *adsatiassi* dengan frekuensi 3 kali sehari yaitu pagi, siang, dan sore. Selanjutnya 10 populasi benih ikan nila yang mempunyai bobot individu rata-rata relatif sama ditebar dalam 40 unit waring pembesaran ukuran 4 m x 4 m x 1,5 m yang ditempatkan di kolam tanah ukuran 400 m². Penempatan masing-masing ulangan pada setiap perlakuan dilakukan secara acak. Namun demikian, benih dengan jenis kelamin jantan, betina, dan campuran ditempatkan di kolam yang terpisah untuk menghindari terjadinya kematangan gonad lebih awal. Padat penebaran benih yang digunakan sebanyak 5 ekor/m² sehingga jumlah benih di dalam masing-masing waring sebanyak 80 ekor. Selama 120 hari pemeliharaan, benih diberi pakan buatan komersial berbentuk pelet dengan kandungan protein 30%-32%. Jumlah pakan yang diberikan pada 30 hari pertama sampai keempat secara berturut-turut sebanyak 10%, 7,5%, 5%, dan 2,5% dari biomassa ikan per hari. Pemberian pakan dilakukan dengan frekuensi 3 kali sehari yaitu pagi, siang, dan sore.

Parameter yang diamati adalah bobot dan panjang individu, keragaman ukuran, sintasan, *food conversion ratio*, bobot panen, perkembangan organ reproduksi, dan kualitas air media pemeliharaan meliputi suhu, kandungan oksigen terlarut, pH, amonia, dan nitrit. Analisis data bobot dan panjang individu, sintasan, keragaman individu, *food conversion ratios*, dan bobot panen dianalisis menggunakan prosedur *analysis of variance*. Jika hasilnya berbeda nyata, maka untuk membedakan nilai tengah antar semua genotipe dan perlakuan digunakan uji wilayah ganda Duncan pada taraf

kepercayaan 95%. Tabulasi dan analisis data di komputer dilakukan menggunakan program Excell 2007 dan SPSS versi 12. Data kualitas air dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan referensi yang ada.

HASIL DAN BAHASAN

Hasil analisis bobot dan panjang individu serta sintasan masing-masing populasi ikan nila pada akhir percobaan disajikan pada Tabel 1.

Analisis statistik menunjukkan bahwa masing-masing genotipe, perlakuan, dan interaksi antara genotipe dan perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap bobot akhir individu ikan nila. Secara umum, genotipe XY pada masing-masing perlakuan mempunyai bobot individu rata-rata lebih baik dibandingkan genotipe lainnya pada perlakuan yang sama. Perlakuan pemberian imidazole sebagai bahan aromatase *inhibitor* pada genotipe XY berhasil meningkatkan laju pertumbuhan ikan nila sehingga menghasilkan bobot akhir lebih baik dibandingkan populasi kontrol (-) genotipe XY. Semua populasi, kecuali genotipe YY pada semua perlakuan mempunyai bobot individu rata-rata lebih baik dibanding populasi campuran XX-XY. Nilai

sintasan pada percobaan ini lebih dipengaruhi oleh genotipe daripada perlakuan yang diberikan, terutama pada genotipe YY yang mempunyai nilai sintasan lebih rendah (50,92%-79,50%), berbeda nyata dengan genotipe XX dan XY pada semua perlakuan maupun populasi campuran XX-XY.

Berdasarkan bobot individu rata-rata, selanjutnya dilakukan analisis keragaman ukuran. Analisis ini dilakukan dengan menghitung nilai *coefficient of variance* (CV) karakter bobot individu. Selain itu, juga dilakukan analisis *food conversion ratio* (FCR) dan analisis bobot panen. Hasil analisis keragaman individu, rasio konversi pakan, dan bobot panen disajikan pada Tabel 2.

Analisis statistik menunjukkan bahwa genotipe yang berbeda mempengaruhi keragaman ukuran bobot individu, khususnya antara genotipe YY dengan genotipe XX dan XY ($P < 0,05$). Pada analisis efisiensi pakan, genotipe maupun perlakuan yang diberikan tidak berpengaruh terhadap nilai FCR, namun interaksi antara keduanya memberikan pengaruh yang nyata. Hal ini terlihat pada genotipe YY tanpa perlakuan yang mempunyai nilai FCR lebih tinggi dibanding genotipe YY

Tabel 1. Bobot (g) dan panjang (cm) individu serta sintasan (%) ikan nila pada akhir masa pembesaran selama 120 hari di kolam tanah

Table 1. Average body weight (g), length (cm), and survival rate (%) of Nile tilapia at the end of 120 days grow-out period in earthen ponds

Genotipe <i>Genotype</i>	Perlakuan <i>Treatment</i>	Kelamin <i>Sex</i>	Bobot <i>Weight</i>	Panjang <i>Length</i>	Sintasan <i>Survival rate</i>
XX	Imidazole	Jantan	215.75±52.72 ^{cd}	21.84±1.89 ^{bc}	90.94±9.43 ^d
	Kontrol (+)	Jantan	248.09±55.30 ^{ef}	22.36±2.01 ^c	88.81±2.70 ^{cd}
	Kontrol (-)	Betina	200.73±55.83 ^c	21.53±2.28 ^{bc}	94.06±4.49 ^d
XY	Imidazole	Jantan	266.51±65.62 ^f	25.94±1.82 ^e	93.75±7.29 ^d
	Kontrol (+)	Jantan	310.20±49.32 ^g	26.23±1.91 ^e	84.06±8.19 ^{cd}
	Kontrol (-)	Jantan	238.86±42.66 ^{de}	24.38±1.61 ^d	90.00±8.29 ^{cd}
YY	Imidazole	Jantan	142.88±48.94 ^a	20.77±1.55 ^{ab}	63.75±8.84 ^b
	Kontrol (+)	Jantan	150.50±49.46 ^{ab}	21.22±1.62 ^{bd}	79.38±0.88 ^c
	Kontrol (-)	Jantan	140.99±44.10 ^a	19.66±1.26 ^a	50.63±6.19 ^a
XX-XY	--	50% jantan	174.58±61.25 ^b	19.52±1.76 ^a	91.88±9.49 ^d

Nilai yang diikuti huruf *superscript* yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)

The numbers followed by the same superscript in the same column are not significant different ($P > 0.05$)

Tabel 2. Koefisien keragaman (KK) karakter bobot (%), rasio konversi pakan (RKP), dan bobot panen (kg) ikan nila pada akhir tahap pembesaran di kolam tanah selama 120 hari

Table 2. Coefficient of variance (CV) of weight character (%), food conversion ratio (FCR), and harvest yield of nile tilapia at the end of 120 days grow-out period in earthen ponds

Genotipe <i>Genotype</i>	Perlakuan <i>Treatment</i>	Kelamin <i>Sex</i>	KK <i>CV</i>	RKP <i>FCR</i>	Bobot panen <i>Harvest yield</i>
XX	Imidazole	Jantan	20.91±4.88 ^a	2.49±0.15 ^{ab}	15.61±0.79 ^{de}
	Kontrol (+)	Jantan	23.46±3.22 ^{ab}	2.21±0.43 ^{ab}	17.66±2.86 ^{ef}
	Kontrol (-)	Betina	24.48±7.18 ^{abc}	2.42±0.22 ^{ab}	15.06±1.31 ^{cd}
XY	Imidazole	Jantan	22.60±5.56 ^{ab}	2.10±0.12 ^a	19.96±1.08 ^{fg}
	Kontrol (+)	Jantan	18.09±2.50 ^a	2.36±0.23 ^{ab}	20.98±1.81 ^g
	Kontrol (-)	Jantan	19.27±2.52 ^a	2.51±0.33 ^{ab}	17.71±2.37 ^{ef}
YY	Imidazole	Jantan	34.19±3.54 ^d	2.42±0.11 ^{ab}	7.25±0.42 ^{ab}
	Kontrol (+)	Jantan	28.56±0.37 ^{bcd}	2.18±0.50 ^a	9.57±2.24 ^b
	Kontrol (-)	Jantan	30.65±4.65 ^{cd}	3.06±0.69 ^c	5.75±1.37 ^a
XX-XY	--	50% jantan	24.13±4.53 ^{ab}	2.81±0.35 ^{bc}	12.82±1.14 ^c

Nilai yang diikuti huruf *superscript* yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata ($P>0,05$)

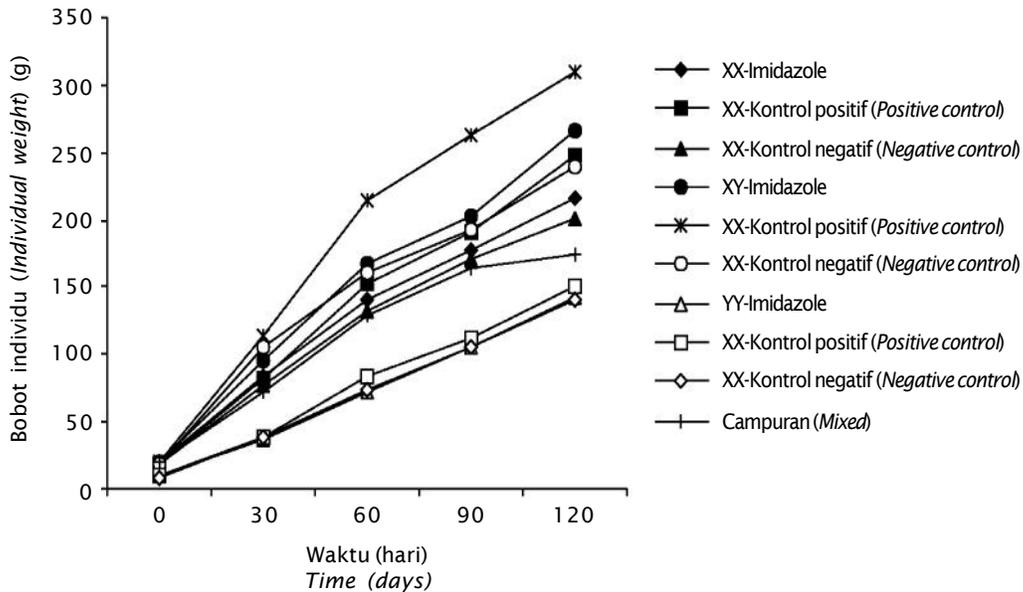
Numbers followed by the same superscript in the same column are not significantly different ($P>0.05$)

yang mendapat penambahan imidazole dan hormon 17α -mt maupun dengan genotipe lainnya. Meskipun secara statistik tidak berbeda nyata, populasi genotipe campuran XX-XY mempunyai tingkat efisiensi pemanfaatan pakan yang lebih rendah dibanding genotipe XX maupun XY. Berdasarkan hasil analisis bobot panen, penggunaan populasi benih tunggal kelamin jantan, baik genotipe XY maupun hasil pengalihan kelamin genotipe XX secara nyata lebih baik dibandingkan dengan populasi campuran ($P<0,05$), sedangkan populasi tunggal kelamin betina XX, meskipun mampu menghasilkan produksi panen yang relatif baik, tetapi secara statistik tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dibandingkan dengan populasi campuran XX-XY. Pada percobaan ini, genotipe YY mempunyai bobot panen paling rendah dibandingkan dengan populasi lainnya.

Pola pertumbuhan benih ikan nila genotipe XX, XY, dan YY serta pengaruh pemberian bahan aromatase *inhibitor* (imidazole) dan hormon 17α -mt dari awal sampai akhir penelitian disajikan pada Gambar 1. Pada

Gambar 1 terlihat bahwa ukuran dan bobot benih ikan nila genotipe YY lebih kecil dibandingkan dengan genotipe lainnya sejak awal penebaran sampai akhir percobaan. Pada akhir bulan ke-4, bobot rata-rata individu pada populasi XY sudah mulai menunjukkan perbedaan. Genotipe XY mempunyai laju pertumbuhan lebih baik dibandingkan genotipe lainnya, sedangkan genotipe XX mempunyai pola pertumbuhan relatif sama dengan genotipe campuran XX-XY. Namun, pada awal bulan keenam populasi campuran XY-XX mengalami penurunan laju pertumbuhan sehingga bobot individu rata-rata yang dicapai pada akhir percobaan menjadi lebih rendah. Secara umum, pemberian bahan aromatase *inhibitor* (imidazole) meningkatkan laju pertumbuhan terutama pada genotipe XY sedangkan penambahan hormon 17α -mt secara nyata meningkatkan laju pertumbuhan populasi sehingga menghasilkan bobot individu lebih baik pada semua genotipe.

Pada akhir percobaan dilakukan pengamatan terhadap indeks gonad somatik (IGS) pada semua populasi. Hasil analisis



Gambar 1. Pola pertumbuhan 10 populasi ikan nila pada masing-masing genotipe dan perlakuan. Populasi campuran digunakan sebagai pembandingan

Figure 1. The patterns of growth of 10 populations of Nile tilapia of each genotype and treatment. Mixed sex tilapia was used as the control population

Tabel 3. Indeks gonad somatik (IGS) 3 genotipe ikan nila pada akhir tahap pembesaran di kolam tanah selama 120 hari

Table 3. Gonadosomatic index (GSI) of 3 genotypes of Nile tilapia at the end of 120 days grow-out period in earthen ponds

Genotipe <i>Genotype</i>	Perlakuan <i>Treatment</i>	Kelamin <i>Sex</i>	IGS <i>GSI</i>	Keterangan <i>Explanation</i>
XX	Imidazole	Jantan	2,28±0,19 ^b	1/20 sample hermiprodit
	Kontrol (+)	Jantan	1,78±0,17 ^{ab}	Normal
	Kontrol (-)	Betina	3,33±0,28 ^a	Normal, ukuran oosit 200 – 2.000 µm
XY	Imidazole	Jantan	1,83±0,28 ^{ab}	Normal
	Kontrol (+)	Jantan	1,60±0,16 ^{ab}	Normal
	Kontrol (-)	Jantan	1,95±0,49 ^{ab}	Normal
YY	Imidazole	Jantan	1,55±0,21 ^a	Normal
	Kontrol (+)	Jantan	1,40±0,28 ^a	Normal
	Kontrol (-)	Jantan	1,55±0,35 ^a	Normal
XY-XX	--	50% jantan 50% betina	1,90±0,85 ^{ab} 3,65±0,21 ^b	Ukuran oosit 500 – 2.500 µm dan sebagian sudah memijah

Nilai yang diikuti huruf *superscript* yang sama dengan warna yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata ($P>0,05$)

Numbers followed by the same *superscript* and colors in the same column are not significantly different ($P>0.05$)

indeks gonad somatik yang merupakan perbandingan nilai bobot gonad terhadap bobot badan disajikan pada Tabel 3.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa berdasarkan genotipe, pemberian perlakuan maupun interaksi antara genotipe dan perlakuan berpengaruh nyata terhadap indeks gonad somatik (IGS) ikan nila. Nilai IGS terlihat berbeda nyata antara genotipe XX yang diberi imidazole dengan genotipe YY pada semua perlakuan. Secara umum, organ reproduksi ikan nila jantan genotipe XY dan YY yang diberi perlakuan ataupun tidak, berkembang dengan normal. Ikan jantan hasil *sex reversal* genotipe XX juga mempunyai organ reproduksi yang berkembang normal. Namun demikian, pada populasi hasil *sex reversal* menggunakan imidazole sebesar 25 mg/kg pakan, terdapat *sample* ikan yang tidak sempurna perubahan organ reproduksinya. Meskipun secara fenotipe berkelamin jantan tetapi setelah dilakukan analisis histologis, pada organ testis terdapat oosit meskipun dalam jumlah sedikit (*intersex*). Jumlah individu hermaphrodit pada populasi ini sekitar 5% atau 1 dari 20 ekor *sample* yang diambil. Penambahan hormon 17α -mt sebagai kontrol (+) pada semua genotipe mengakibatkan perkembangan bobot badan relatif lebih cepat daripada perkembangan bobot gonad. Hal ini berdampak pada nilai IGS populasi yang diberi penambahan hormon steroid tersebut relatif

lebih kecil dibanding populasi kontrol (-). Nilai IGS populasi betina pada genotipe campuran XY-XX secara nyata lebih tinggi dibanding populasi betina pada genotipe tunggal kelamin betina. Hal ini karena pada gonad betina yang berasal dari populasi campuran terdapat banyak oosit yang berukuran besar dan sudah mencapai kematangan tahap akhir (Gambar 2).

Sebagai data pendukung dilakukan analisis kualitas air media pemeliharaan ikan nila setiap 2 minggu sekali meliputi suhu, kandungan oksigen terlarut, pH, nitrit, dan amoniak. Hasil analisis kualitas air di kolam pembesaran selama percobaan disajikan pada Tabel 4.

Secara umum, kualitas air media pemeliharaan ikan memenuhi standar kebutuhan budidaya ikan. Rendahnya oksigen terlarut yang mencapai 1,67 mg/L biasanya terjadi pada pagi hari, yaitu pada pukul 05.00 sampai 05.30. Popma & Masser (1999) mengatakan bahwa ikan tilapia dapat bertahan hidup pada kondisi oksigen terlarut kurang dari 0,3 mg/L. Namun sangat disarankan untuk mempertahankan jumlah oksigen terlarut pada budidaya ikan nila minimal sebesar 1 mg/L.

Bahasan

Populasi jantan hasil *sex reversal* genotipe XX mempunyai laju pertumbuhan relatif cepat. Populasi ini mencapai bobot individu rata-rata 215,75 g dalam waktu 120 hari. Jika di-

Tabel 4 Kualitas air media pemeliharaan ikan nila selama tahap pembesaran

Table 4. Water quality in grow-out ponds of Nile tilapia

Parameter Parameters	Nilai Value	Referensi* Reference*
Suhu Temperature (°C)	28.3-30.0	25.0-32.0
Oksigen terlarut Dissolved oxygen (mg/L)	1.67-5.48	> 5
pH pH	7.29-7.80	6.5-9.0
Nitrit Nitrite (mg/L)	0.04-0.07	< 0.5
Amoniak Ammonia (mg/L)	0.10-0.29	< 1.0

*¹) Kualitas air optimal untuk budidaya ikan (Boyd, 1990)

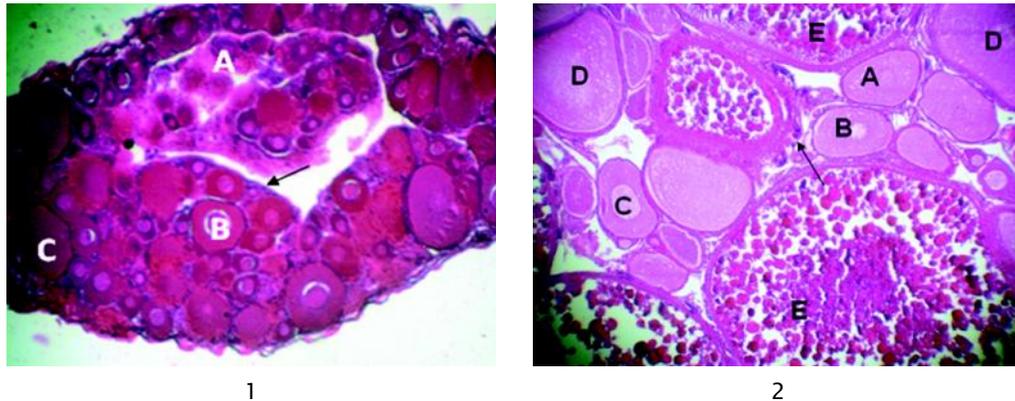
*²) The optimal water quality for aquaculture (Boyd, 1990)

bandingkan dengan bobot individu rata-rata pada populasi kontrol (-) genotipe XX sebesar 200,73 g, bobot akhir ini tidak berbeda nyata. Namun demikian, bobot akhir ini berbeda nyata dengan bobot individu pada populasi kontrol (+) genotipe XX sebesar 248,09 g. Perbedaan laju pertumbuhan ini disebabkan adanya penambahan hormon 17α -mt yang notabene merupakan hormon anabolik-steroid ke dalam tubuh ikan. Penambahan hormon ini memacu pelepasan hormon pertumbuhan dari somatotrop pituitari ikan (Higgs *et al.*, 1976). Yamazaki (1976) juga menyatakan bahwa hormon 17α -mt dapat meningkatkan nilai pencernaan serta laju penyerapan pakan sehingga menghasilkan pertambahan bobot tubuh yang lebih baik. Ditambahkan oleh Lone & Matty (1981) bahwasanya penambahan hormon 17α -mt dapat meningkatkan aktivitas enzim proteolitik pada saluran pencernaan ikan *mirror carp* sehingga meningkatkan laju penyerapan pakan yang selanjutnya berdampak terhadap peningkatan laju pertumbuhan. Kondisi tersebut dipertegas oleh Phelps & Popma (2000) yang menyatakan bahwa selain sebagai hormon androgen, 17α -mt juga dapat berfungsi sebagai zat yang bersifat anabolik steroid. Zat ini memacu biosintesis protein dalam tubuh sehingga mempercepat perkembangan otot dan tulang.

Jika dibandingkan dengan benih ikan nila genotipe campuran, ikan nila genotipe XX yang diberi imidazole mempunyai bobot akhir yang lebih baik. Perbedaan pertumbuhan antara kedua populasi tersebut merupakan efek tidak langsung perlakuan penambahan imidazole dalam pakan. Penambahan imidazole sebagai bahan aromatase *inhibitor* mempengaruhi proses diferensiasi kelamin ke arah pembentukan kelamin jantan. Tingginya persentase kelamin jantan akan berdampak lebih lanjut terhadap pertumbuhan populasi ikan. Pada percobaan ini, populasi yang diberi imidazole terdiri atas individu berkelamin jantan semua sedangkan populasi genotipe campuran terdiri atas 50% individu jantan dan 50% betina. Hasil penelitian Mair *et al.* (1995) menunjukkan bahwa pada pembesaran ikan nila, laju pertumbuhan populasi campuran lebih lambat dibandingkan populasi tunggal kelamin jantan hasil *sex reversal* maupun GMT. Hal ini disebabkan adanya pengaruh *sexual dimorphism*, yaitu kematangan kelamin lebih dini dan hadirnya anakan yang tidak dikehendaki pada populasi campuran. Berdasarkan bobot akhir yang dicapai, populasi jantan hasil *sex*

reversal dengan imidazole pada ikan nila genotipe XX mempunyai laju pertumbuhan 23,58% lebih baik dibanding populasi campuran XX-XY.

Hal yang cukup menarik pada percobaan ini adalah bobot individu dan bobot panen pada populasi tunggal kelamin betina genotipe XX jika dibandingkan dengan karakter yang sama pada populasi campuran XX-XY. Bobot individu dan produksi panen rata-rata ulangan yang dihasilkan pada populasi tunggal kelamin betina genotipe XX sebesar 200,73 g dan 15,06 kg. Bobot ini setara dengan 15,00% dan 17,47% lebih baik dibanding populasi campuran XX-XY yang hanya menghasilkan 174,58 g dan 12,82 kg pada karakter yang sama. Selain karena adanya *sexual dimorphism*, perbedaan laju pertumbuhan populasi juga disebabkan oleh perbedaan perilaku reproduksi. Perbedaan laju pertumbuhan antara populasi tunggal kelamin betina dengan populasi campuran diduga lebih banyak disebabkan oleh perbedaan perilaku reproduksi. Perbedaan bobot individu rata-rata antara kedua populasi terjadi mulai bulan ke-2-3 atau pada saat benih berumur antara 155-185 hari. Perbedaan bobot individu rata-rata ini akan semakin terlihat pada akhir bulan ke-4 (benih umur 215 hari). Pada umur tersebut, sebagian individu pada populasi campuran XX-XY terlihat telah mengalami kematangan gonad. Hasil analisis histologis gonad pada akhir percobaan menunjukkan bahwa ikan nila betina dari populasi campuran XX-XY telah mencapai tingkat kematangan gonad tahap IV (TKG IV) dan diameter oosit telah mencapai 500-2.500 μ m (Tabel 3). Selain berdasarkan ukuran diameter oosit, TKG IV pada populasi ikan tersebut ditunjukkan dengan ditemuinya oosit yang berada dalam tahap granula kuning telur. Sedangkan ikan nila betina dari populasi tunggal kelamin betina XX masih dalam tingkat kematangan gonad tahap III (TKG III) dan diameter oosit relatif lebih kecil dan bervariasi antara 200-2.000 μ m (Tabel 3). Tahapan oosit tertua yang ditemukan pada populasi ini baru mencapai tahap vesikula kuning telur, satu tahap lebih muda dibanding tahap granula kuning telur (Gambar 2). Kondisi ini menunjukkan bahwa tingkat perkembangan gonad ikan nila betina pada populasi tunggal kelamin betina XX relatif lebih lambat dibanding populasi campuran XX-XY. Selain berdasarkan hasil analisis histologis, kematangan gonad pada populasi campuran XX-XY juga ditandai dengan ditemukannya individu-individu betina



Gambar 2. 1. Hasil analisis histologi gonad ikan nila genotipe XX pada populasi tunggal kelamin betina. 2. Hasil analisis histologi gonad ikan nila betina pada populasi campuran. A: tahap kromatin nukleolar, B: tahap perinukleolar, C: tahap vesikula kuning telur, D: tahap alveoli korteks, E: tahap granula kuning telur dan tanda anak panah adalah oogonia

Figure 2. 1. Histological analysis of ovary from all female populations. 2. Histological analysis of ovary from mixed sex population. A: chromatin nucleolar, B: perinucleolar, C: yolk vesicular, D: alveoli cortex, E: yolk granular and the arrow is oogonia

yang sedang mengerami telur di dalam mulutnya.

Proses pematangan gonad pada populasi campuran berimplikasi terhadap laju pertumbuhan. Hal ini karena energi yang didapatkan melalui metabolisme pakan tidak semuanya digunakan untuk *building body block*, tetapi terbagi untuk proses pematangan gonad. Mair *et al.* (1995) menjelaskan bahwa selain disebabkan adanya pembagian energi hasil metabolisme pakan untuk perkembangan pematangan gonad, lambatnya laju pertumbuhan populasi benih ikan nila campuran kelamin jantan dan betina juga disebabkan oleh berkurangnya konsumsi pakan terutama pada induk betina yang harus mengerami telur di dalam mulutnya. Selain itu, adanya anakan yang tidak dikehendaki pada populasi kelamin campuran juga mengakibatkan energi yang harus dikeluarkan dalam rangka kompetisi mencari makan semakin besar. Kondisi tersebut diduga terjadi pada percobaan ini sehingga produktivitas populasi kelamin campuran XX-XY lebih rendah dibanding populasi tunggal kelamin betina XX.

Secara umum, gonad ikan nila jantan hasil *sex reversal* genotipe XX maupun nila jantan pada populasi kontrol (+) berkembang dengan normal. Terdapatnya gonad yang *intersex* pada populasi hasil *sex reversal* genotipe XX dapat

disebabkan karena beberapa alasan antara lain kesempatan memakan pakan yang tidak sama antar individu, adanya proses pencucian (*leaching*) imidazole yang dicampur dalam pakan ketika diberikan kepada larva ikan dan juga pengaruh lingkungan lainnya seperti suhu media pemeliharaan lava selama periode labil kelamin. Faktor-faktor tersebut diduga menjadi penghambat dalam proses *sex reversal* sehingga mengakibatkan perubahan dari ovarium menjadi testis pada genotipe XX berlangsung kurang sempurna.

Pada pembesaran ikan nila genotipe XY, penambahan imidazole mempunyai dampak signifikan terhadap laju pertumbuhan. Bobot dan panjang individu genotipe XY yang diberi imidazole lebih baik dibanding populasi kontrol (-) yaitu genotipe XY tanpa penambahan bahan apapun. Hal ini karena pemberian imidazole menghambat sekresi enzim aromatase sehingga konversi hormon androgen menjadi estrogen menjadi berkurang. Proporsi kadar androgen yang jauh lebih banyak dibanding estrogen ini diduga mengakibatkan pelepasan hormon pertumbuhan (*growth hormone*) lebih cepat. Jika dibandingkan dengan populasi kontrol (+) genotipe XY, laju pertumbuhan populasi XY yang diberi imidazole lebih lambat. Kondisi ini serupa dengan yang terjadi pada genotipe XX, di mana penambahan

hormon steroid 17α -mt diduga memacu pelepasan hormon pertumbuhan serta meningkatkan aktivitas enzim proteolitik pada saluran pencernaan. Hal ini didukung dengan hasil penghitungan nilai *food conversion ratio* yang menunjukkan bahwa FCR pada populasi kontrol (+) genotipe XY relatif lebih baik dibandingkan kontrol (-) genotipe XY. Perkembangan bobot individu yang relatif lebih cepat pada semua populasi genotipe XY berdampak pada tingginya bobot panen yang dihasilkan pada genotipe tersebut, yaitu sebesar 19,96 kg, 20,98 kg (kontrol (+) dan 17,71 kg (kontrol (-)). Bobot ini setara dengan 55,69%; 63,65%; dan 38,14% lebih baik jika dibandingkan dengan karakter yang sama pada populasi campuran XX-XY.

Pada genotipe YY, pemberian imidazole sebagai penghambat sekresi enzim aromatase tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan ikan nila. Hal ini berimplikasi terhadap rendahnya bobot panen yang dihasilkan pada akhir percobaan. Jika dibandingkan dengan genotipe lainnya, genotipe YY mempunyai laju pertumbuhan, sintasan dan bobot panen yang paling rendah. Rendahnya laju pertumbuhan genotipe YY sampai akhir percobaan pembesaran konsisten dengan hasil pada percobaan 1. Selain dugaan perbedaan sumber induk betina yang digunakan dalam pemijahan, hal ini juga karena benih YY yang didapatkan melalui persilangan antara YY *supermale* dengan betina YY diduga merupakan benih dengan tingkat *inbreeding* tinggi. *Inbreeding* pada benih ikan nila genotipe YY dapat terjadi melalui beberapa jalur antara lain pada waktu pembentukan induk nila jantan genotipe YY, pembentukan ikan betina genotipe YY, dan pada saat produksi massal benih jantan genotipe YY. Ketiga kemungkinan tersebut disebabkan karena keterbatasan jumlah individu dan famili yang terseleksi dalam rangka mendapatkan genotipe dan fenotipe tertentu misalnya genotipe XY dengan fenotipe betina, pada awal pembentukan genotipe YY. Menurut Tave (1993), depresi *inbreeding* pada suatu populasi ikan dapat mengakibatkan pertumbuhan lambat, abnormalitas tinggi, asimetrisme tinggi, kematangan kelamin dini, menurunkan *fitness*, dan tingkat sintasan. Selain mengakibatkan rendahnya laju pertumbuhan, dugaan tingginya tingkat *inbreeding* populasi genotipe YY juga ditenggarai dengan rendahnya sintasan, baik pada percobaan 1 maupun

percobaan 2 serta tingginya nilai keragaman ukuran pada populasi tersebut. Dijelaskan lebih lanjut oleh Tave (1993) bahwa program persilangan (hibridisasi) pada populasi ikan akan menghasilkan populasi yang seragam sedangkan perkawinan antar saudara (*inbreeding*) akan menghasilkan populasi yang beragam. Secara genetik, *inbreeding* akan menurunkan tingkat heterosigositas dan secara bersamaan akan meningkatkan tingkat homozigositas. Meskipun tidak mengubah frekuensi allel, peningkatan homozigositas pada setiap generasi ini secara perlahan akan mengubah frekuensi genotipe. Dikarenakan karakter pertumbuhan dikendalikan secara multi gen, maka frekuensi genotipe homozigot akan semakin meningkat. Tingginya keragaman genotipe pada populasi *inbreed* secara tidak langsung akan mengakibatkan peningkatan keragaman fenotipe. Selain frekuensi genotipe homozigot yang tinggi, populasi *inbreed* juga mempunyai kemampuan homeostasis yang rendah. Hal ini mengakibatkan masing-masing individu pada populasi tersebut mempunyai kemampuan yang beragam menghadapi kondisi lingkungan. Kedua fenomena ini diduga mengakibatkan keragaman ukuran pada populasi benih ikan nila genotipe YY lebih tinggi dibanding populasi lainnya. Selain itu, rendahnya tingkat homeostasis pada populasi *inbreed* juga berdampak terhadap penurunan *fitness* populasi. Rendahnya tingkat kebugaran pada populasi genotipe YY diduga mengakibatkan sintasan pada populasi tersebut lebih rendah (50,92%-79,50%) dibanding genotipe lainnya.

Secara umum tingkat sintasan rata-rata populasi ikan nila relatif tinggi (86,65%-95,50%). Hal ini karena kondisi parameter-parameter fisiko-kimia media pemeliharaan berada pada kisaran yang cukup layak bagi pertumbuhan ikan nila. Berdasarkan penelitian-penelitian pada ikan dan udang yang telah dilakukan, dilaporkan bahwa aromatase *inhibitor* dan hormon 17α -mt yang diberikan, baik melalui pakan maupun perendaman embrio maupun larva tidak berpengaruh terhadap mortalitas ikan uji. Kwon *et al.* (2000) menyatakan bahwa tidak ada hubungan statistik antara mortalitas dengan pemberian aromatase *inhibitor*. Hal ini didukung oleh hasil-hasil penelitian yang dilakukan oleh Piferrer *et al.* (1994), Mazida (2002), Nurlaela (2002), Astutik (2004), Muthalib (2004), dan Barmudi (2005). Rendahnya nilai sintasan pada genotipe YY

lebih disebabkan karena adanya tekanan *inbreeding* pada populasi tersebut dan bukan karena adanya penambahan imidazole maupun hormon 17 α -mt.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Ikan nila jantan hasil *sex reversal* genotipe XX mempunyai laju pertumbuhan, sintasan, dan bobot panen setara dengan ikan nila jantan genotipe XY.
2. Pemberian imidazole pada semua genotipe ikan nila tidak berpengaruh terhadap keragaman bobot individu.
3. Organ reproduksi ikan nila hasil *sex reversal* pada semua genotipe berkembang normal.
4. Ikan nila genotipe YY mempunyai performansi paling rendah dibanding genotipe lainnya.

Saran

Kegiatan budidaya ikan nila disarankan untuk menggunakan populasi tunggal kelamin jantan.

DAFTAR ACUAN

- Ariyanto, D., Listiyowati, N., & Himawan, Y. 2009. Aromatase inhibitor, bahan alternatif pengganti hormon methiltestosteron pada *sex reversal* ikan nila. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. Surabaya, 9-13 Juli 2009. Pusat Riset Perikanan Budidaya, 12 hlm.
- Astutik, I.O. 2004. *Sex reversal pada ikan nila merah melalui perendaman larva dengan aromatase inhibitor*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, 37 hlm.
- Barmudi, I. 2005. *Efektivitas aromatase inhibitor terhadap sex reversal ikan nila merah dalam suhu media 33°C*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, 29 hlm.
- Boyd, C.E. 1990. *Water Quality in Pond for Aquaculture*. Alabama: Auburn University Press, 482 pp.
- Chapman, F.A. 2000. Culture of hybrid tilapia : A reference profile. *SIR. 1050*. Univ. of Florida, 5 pp.
- Contreras-Sanchez, W.M., Fitzpatrick, M.S., & Schreck, C.B. 2001. Fate of methyltestosterone in the pond environment : Impact of mt-contaminant soil on tilapia sex differentiation. <http://pdacrsp.oregonstate.edu/pubs/>. [13 Mei 2008].
- Dunham, R.A. 2004. *Aquaculture and Fisheries Biotechnology: Genetic Approaches*. New York: CABI Publishing, 384 pp.
- Fitzsimmons, K. 2008. Tilapia production, innovations, and markets. *8th Intl. Symp. on Tilapia in Aquaculture*. Cairo, 12-14 October 2008.
- Gustiano, R. 2006. Perbaikan mutu genetik ikan nila. Makalah Bidang Riset Perikanan Budidaya. *Symposium Kelautan dan Perikanan*. Jakarta, 8 hlm.
- Higgs, D.A., Donaldson, E.M., Dye, H., & McBride, J.R. 1976. Influence of bovine growth hormone and L thyroxin on growth, muscle composition and histological structure of the gonads, thyroid, pancreas and pituitary of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *J. Fish. Res. Board. Can.*, 33:1,585-1,603.
- Kwon, J.Y., Hashpanah, V., Hartudo, L.M., McAndrew, B., & Penman, D. 2000. Masculinization of genetic female Nile tilapia by dietary administration of an aromatase inhibitor during sexual differentiation. *J. Exp. Zool.*, 287: 46-53.
- Lone, K.P. & Matty, A.J. 1981. The effect of feeding androgenic hormones on the proteolytic activity of the alimentary canal of carp (*Cyprinus carpio*). *J. Fish. Biol.*, 18: 353-358.
- Mair, G.C., Abucay, J.S., Beardmore, J.A., & Skibinski, D.O.F. 1995. Growth performance trials of genetically male tilapia (GMT) derived from YY-males in *Oreochromis niloticus* L.: On station comparisons with mixed sex and reversed male populations. *Aquaculture*, 137:313-322.
- Mazida, A.N. 2002. *Pengaruh aromatase inhibitor terhadap nisbah kelamin ikan gupi (Poecilia reticulata Peters)*. Skripsi. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, 35 hlm.
- Muthalib, A. 2004. *Pengaruh lama pemberian aromatase inhibitor melalui pakan terhadap nisbah kelamin udang galah (Macrobrachium rosenbergii de Man)*. Skripsi. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, 40 hlm.
- Nurlaela. 2002. *Pengaruh dosis aromatase inhibitor pada perendaman embrio terhadap nisbah kelamin ikan nila merah (Oreochromis niloticus)*. Skripsi. Bogor:

- Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, 42 hlm.
- Phelps, R.P. & Popma, T.J. 2000. Sex reversal of tilapia. Di dalam: Costa-Pierce BA, Rakocy JE, editor. *Tilapia Aquaculture in The Americas*. Volume ke-2. Louisiana: The World Aquaculture Society, p. 34-59.
- Piferrer, F., Zanuy, S., Carrillo, M., Solar, II, Devlin, R.H., & Donaldson, E.M. 1994. Brief treatment with aromatase inhibitors during sex differentiation causes chromosomally female salmon to develop as normal, functional male. *J. Exp. Zool.*, 270: 255-262.
- Popma, T.J. & Lovshin, L.L. 1995. Worldwide prospects for commercial production of tilapia. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments. Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University, Alabama 36849, 42 pp.
- Popma, T.J. & Masser, M. 1999. Tilapia: Life history and biology. *SRAC Publ.* No. 283, 4 pp.
- Rakocy, J.E. & McGinty, A.S. 1989. Pond culture of tilapia. *SRAC Publ.* No. 280, 4 pp.
- Tave, D. 1993. *Genetic for Fish Hatchery Managers*. 2nd ed. New York: AVI Book Publishing, 418 pp.
- Tave, D. 1996. *Selective breeding programs for medium sized fish farms*. Rome: FAO Fish Tech Paper 352, 122 pp.
- Yamazaki, F. 1983. Sex control and manipulation in fish. *Aquaculture*, 33: 329-354.