

PENGARUH UMUR TERHADAP PENJANTANAN LARVA IKAN LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*) YANG DIRENDAM MENGGUNAKAN HORMON METIL TESTOTERON ALAMI

The Influence of Age on Masculinization of Clarias gariepinus Larvae Immersed by Methyl Testosterone Natural Hormone

Hattatul Mulia^{1*}, Rosmaidar², Dasrul³, Dwinna Aliza⁴, Dian Masyitha⁵, dan Sugito⁶

¹Program Studi Pendidikan Dokter Hewan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

²Laboratorium Farmakologi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

³Laboratorium Reproduksi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

⁴Laboratorium Patologi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

⁵Laboratorium Histologi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

⁶Laboratorium Klinik Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

*Corresponding author: hattatul.mulia@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh umur larva terhadap penjantanan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) menggunakan hormon metil testosteron (MT) alami. Penelitian ini menggunakan 270 larva ikan lele dumbo dibagi ke dalam tiga kelompok umur yaitu umur 5, 10, dan 20 hari. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL). Perendaman dilakukan dengan MT dosis 0,25 g/l selama 20 jam. Pengamatan jenis ikan dilakukan setelah ikan berumur 60 hari. Data yang didapatkan dianalisis dengan analisis varian satu arah. Rata-rata persentase ikan lele dumbo berjenis kelamin jantan setelah perendaman dengan MT alami pada kelompok larva berumur 5 hari (PI) yaitu 97,67% kemudian diikuti oleh kelompok umur 10 hari (PII) sebesar 91,07%, dan kelompok umur 20 hari (PIII) sebesar 86,67%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa umur larva tidak berpengaruh secara nyata ($P>0,05$) terhadap persentase jenis kelamin jantan ikan lele dumbo. Rataan persentase jenis kelamin jantan pada kelompok umur 5 hari lebih tinggi dibandingkan dengan umur 10 dan 20 hari ($P>0,05$). Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perubahan jenis kelamin ikan lele menjadi jantan setelah perlakuan perendaman dalam MT tidak dipengaruhi oleh umur larva ikan lele dumbo sebelum perendaman.

Kata kunci: lele dumbo, metil testosteron, penjantanan

ABSTRACT

This research aims to examine the influence of age on masculinization of *Clarias gariepinus* larvae immersed by methyl testosterone (MT) natural hormone. This research used 270 catfish larvae divided into 3 groups of age those are 5, 10, and 20 days. The research implemented complete random design (CRD). Immersion was performed using methyl testosterone hormone at the dose of 0.25 g/L for 20 hours. Observation of fish was done after 60 day-old fish. Data obtained was analyzed using one-way analysis of variance. The average percentages of male-sex catfish after immersing in natural MT on group I, II, and III were 97.67, 91.07, and 86.67%, respectively. The results showed that the age of the larvae did not affect significantly ($P>0.05$) on the percentage of male sex of *Clarias gariepinus*. The average percentage of male sex in 5 days age group was higher than 10 and 20 days age group. In conclusion, the masculinization of *Clarias gariepinus* larva immersed by MT natural hormone is not influenced by age of fish before dipping.

Key words: *Clarias gariepinus*, methyl testosterone, masculinization

PENDAHULUAN

Pengembangan budidaya air tawar dewasa ini semakin digalakkan terutama budidaya air tawar yang rata-rata cenderung masih menerapkan pola budidaya ekstensif. Intensifikasi budidaya air tawar terutama bertujuan memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap protein hewani yang berasal dari ikan yang semakin meningkat. Keberhasilan budidaya ikan tentunya sangat tergantung terhadap penyediaan benih yang mencukupi dan berkualitas baik serta sesuai dengan tujuan budidaya (Suryanto dan Budi, 2007).

Di masa depan, pasokan hasil perikanan diharapkan berasal dari budidaya lebih besar dibandingkan dari penangkapan. Dengan demikian, budidaya ikan merupakan salah satu sumber pertumbuhan ekonomi yang harus diwujudkan melalui sistem budidaya yang berdaya saing, berkelanjutan, dan berkeadilan. Pengembangan budidaya dilakukan baik di perairan

tawar, payau, dan laut. Pengembangan budidaya tidak terlepas dari upaya-upaya pelestarian usaha sehingga diperlukan dukungan dari kegiatan-kegiatan seperti perlindungan jenis ikan yang hampir punah (Sukadi, 2002).

Lele dumbo (*Clarias gariepinus*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang sudah dibudidayakan secara komersial oleh masyarakat Indonesia. Selain untuk mempertahankan spesiesnya, kegiatan pembudidayaan perlu ditingkatkan guna memenuhi permintaan pasar dan kebutuhan gizi masyarakat. Seiring tingginya tingkat konsumsi masyarakat terhadap ikan lele dumbo membuat peluang usaha semakin terbuka. Mulai dari usaha pembenihan, pembesaran hingga usaha pengolahan. Hal yang mendorong masyarakat untuk membudidayakan ikan lele yaitu dapat dibudidayakan di lahan dan sumber air yang terbatas dengan padat tebar tinggi, teknologi budidayanya mudah dikuasai oleh masyarakat,

pemasarannya relatif mudah, dan modal usaha yang dibutuhkan relatif rendah (Nguntoronadi, 2008).

Dalam usaha budidaya ikan lele ada dua kegiatan besar yang harus ditingkatkan secara bersamaan yaitu usaha pembenihan dan pembesaran. Kedua kegiatan ini tidak dapat dipisahkan dalam prosesnya, sebab kegiatan pembenihan merupakan kegiatan awal di dalam budidaya. Tanpa kegiatan pembenihan kegiatan yang lain seperti pendederan dan pembesaran tidak akan terlaksana (Setiawan, 2006).

Menurut Prihartono *et al.* (2008), ikan lele dumbo memiliki berbagai keunggulan dibandingkan lele lokal sehingga saat ini lele dumbo menjadi komoditas yang sangat populer dan dapat mendatangkan keuntungan sangat besar. Beberapa keunggulan itu antara lain tumbuh lebih cepat, dapat mencapai ukuran lebih besar, lebih banyak kandungan telur, dan tolerir dengan pakan tambahan yang berbagai jenis.

Menurut Susanto (1996), untuk menunjang keberhasilan budidaya ikan, salah satu faktor yang menentukan adalah tersedianya benih yang memenuhi syarat baik kualitas, kuantitas, maupun kontinuitasnya. Benih yang tersedia dalam jumlah banyak tetapi kualitasnya rendah hanya akan memberatkan petani pembesaran karena hasilnya tidak seimbang dengan kuantitas pakan yang diberikan. Sementara benih yang berkualitas bagus tetapi jumlahnya terbatas juga tidak akan meningkatkan produksi usaha pembesaran, karena akan timbul kekurangan benih yang cukup serius.

Pemeliharaan ikan secara tunggal kelamin jantan cenderung meningkatkan produksi, karena proses perkawinan tidak akan terjadi, sehingga energi dari pakan sepenuhnya digunakan untuk pertumbuhan (Subagyo *et al.*, 1992). Pada umumnya, terdapat beberapa cara untuk mengubah kelamin atau penjantanan ikan lele dumbo dan meningkatkan persentase individu jantan dalam populasi ikan tersebut, yaitu memisahkan jantan dan betina dengan cara seleksi manual, namun kurang efisien karena boros waktu dan tenaga. Cara kedua adalah melakukan kawin silang (hibridisasi) antar spesies, namun kurang praktis dan memakan waktu lama untuk menghasilkan 100% ikan nila jantan. Cara ketiga adalah manipulasi kromosom, hanya dapat dilakukan oleh ahli genetika dan memakan waktu lama, serta memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi dan biaya yang besar. Untuk tingkat petani, cara ini belum dapat diterapkan kecuali melalui kerja sama dengan lembaga-lembaga penelitian yang sudah melakukan hal tersebut. Cara keempat adalah dengan rangsangan hormon steroid seperti metil testosteron (MT). Aplikasinya dilakukan secara oral dengan pemberian dosis tertentu dalam pakan larva (Guerrero III dan Guerrero yang disitasi oleh Mantau, 2005).

Teknik terbaru untuk memproduksi benih ikan jantan adalah *sex reversal* atau pembalikan kelamin. Pada kebanyakan ikan terdapat kemungkinan untuk membalik jenis kelaminnya dengan pemberian androgen atau steroid melalui pakan atau perendaman. Salah satu faktor penting untuk keberhasilan pembalikan jenis kelamin adalah umur dari larva ikan

lele dumbo yang direndam dalam larutan hormon MT. Hal ini sangat terkait dengan persentase jumlah larva yang berhasil untuk dibentuk menjadi berkelamin jantan (penjantanan). Penelitian tentang umur yang optimal bagi larva ikan lele dumbo yang akan dilakukan penjantanan sejauh ini masih belum ditentukan secara pasti (Suryanto dan Budi, 2007).

Teknologi pengarahkan kelamin (*sex reversal*) merupakan salah satu teknik produksi monoseks yang menerapkan rekayasa hormonal untuk merubah karakter seksual dari betina ke jantan (penjantanan) atau dari jantan menjadi betina (feminisasi). Lebih lanjut, Zairin (2002) menyatakan bahwa aplikasi *sex reversal* untuk penjantanan dapat dilakukan dengan menggunakan bahan sintesis hormon 17α -metiltestosteron secara oral (melalui pakan), perendaman (pada stadia embrio, larva atau induk), dan suntikan (implantasi). Penggunaan hormon 17α -metiltestosteron dilaporkan memiliki berdampak negatif yaitu efek karsinogenik (menyebabkan kanker) jika diterapkan untuk ikan konsumsi dan menimbulkan pencemaran lingkungan sehingga memengaruhi keamanan pangan dan kelestarian lingkungan (Sudrajat dan Sarida, 2006).

Salah satu upaya untuk menghindari penggunaan hormon sintetik tersebut adalah dengan melakukan penelitian tentang hormon yang lebih aman digunakan. Hormon yang telah digunakan sampai saat ini adalah hormon MT alami yang dibuat dari bahan dasar testis sapi dan tidak mengandung bahan residu kimia yang dapat membahayakan manusia (Andrian, 2013). Berdasarkan hasil penelitian Yulfianti *et al.* (1995), pemberian testis sapi segar sebanyak 80%/kg pakan merupakan perlakuan yang terbaik. Iskandariah (1996) melaporkan bahwa pengalihan jenis kelamin ikan nila dengan pemberian testis sapi segar dengan dosis 50%/kg pakan menghasilkan 70,6% ikan jantan. Murni (2009), mengemukakan pemberian tepung testis sapi yang mengandung hormon testosteron alami diberikan pada larva ikan nila umur 7-28 hari dapat menghasilkan 80% ikan jantan. Dosis terbaik dalam pemberian tepung testis untuk mengalihkan jenis kelamin ikan nila sebanyak 10%. Pemberian hormon MT pada perlakuan perendaman, menghasilkan jumlah persentase jantan mencapai 88,55% (Novara, 2013). Ketersediaan jantan merupakan faktor yang penting, karena dalam perkembangannya benih ikan jantan memiliki keunggulan yang besar untuk memacu produksi ikan lebih cepat, masa panen lebih singkat, dan menambah nilai ekonomis para petani ikan (Andrian, 2013).

MATERI DAN METODE

Dalam penelitian ini digunakan larva ikan lele dumbo berjumlah 270 ekor berumur lima hari dari pembibitan ikan di Ketapang (Aceh Besar). Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental yang menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan I (PI) dengan lama waktu perendaman 20 jam, perlakuan II (PII) dengan lama waktu perendaman 20 jam, dan

perlakuan III (PIII) dengan lama waktu perendaman 20 jam. Larva ikan lele dumbo berumur 5, 10, dan 20 hari direndam dalam MT alami selama 20 jam dan pengamatan dilakukan pada saat ikan berumur 60 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelangsungan Hidup ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*)

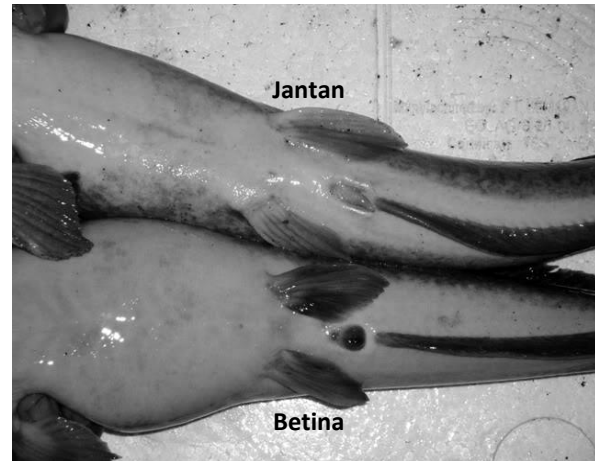
Data kelangsungan hidup ikan lele dumbo selama penelitian disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa rata-rata persentase kelangsungan hidup larva ikan lele dumbo setelah perlakuan perendaman dengan MT alami pada berbagai kelompok umur larva mengalami penurunan. Penurunan persentase kelangsungan hidup larva ikan nila yang paling tinggi ditemukan pada kelompok PIII yakni sebesar $31,11 \pm 17,10\%$, kemudian diikuti oleh PII sebesar $24,44 \pm 1,93\%$, dan kelompok PI yaitu $17,78 \pm 1,92\%$. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa umur larva tidak berpengaruh secara nyata ($P > 0,05$) terhadap persentase kelangsungan hidup ikan lele dumbo.

Tingkat kelangsungan hidup pada ikan diduga banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan, misalnya penanganan dan padat tebar. Penanganan yang salah dapat menyebabkan ikan stres sehingga kondisi kesehatan ikan menurun dan dapat menyebabkan kematian. Padat tebar yang berlebihan dapat mengakibatkan terjadinya kompetisi baik dalam hal pakan, ruang gerak, maupun pemanfaatan oksigen terlarut. Selain itu, kematian larva ikan lele dumbo juga dapat diakibatkan oleh kondisi pakan yang diberikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Wardhana (1992) yang disitasi Agustiniingsih (1998) bahwa sifat pakan buatan yang mempunyai permukaan kasar dan belum sempurnanya saluran pencernaan larva dan benih ikan dapat menyebabkan pecahnya perut yang dapat menyebabkan kematian pada ikan.

Persentase Kelamin Jantan

Menurut Zairin (2002) ada dua metode identifikasi kelamin, yaitu metode morfologi dan metode asetokarmin. Identifikasi kelamin berdasarkan

morfologi adalah cara yang hemat karena tidak perlu membunuh ikan uji. Cara ini ideal untuk ikan-ikan yang memiliki dimorfisme seksual yang jelas antara jantan dengan betinanya. Untuk ikan yang tidak memiliki dimorfisme seksual, identifikasi kelamin dapat juga dilakukan dengan melihat ciri-ciri khusus yang ada pada tubuh ikan. Hasil pengamatan jenis kelamin ikan lele dumbo pada penelitian ini secara metode morfologi disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbedaan jenis kelamin ikan lele dumbo jantan dan betina

Hasil pengamatan persentase ikan lele dumbo jantan setelah perendaman dalam larutan MT alami selama 20 jam pada kelompok umur larva yang berbeda disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa rata-rata persentase ikan lele dumbo jantan setelah perlakuan perendaman dengan MT alami yang paling tinggi ditemukan pada PI yaitu $97,67 \pm 4,04\%$, kemudian diikuti oleh PII sebesar $91,07 \pm 7,79\%$, dan PIII sebesar $86,67 \pm 11,55\%$. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa umur larva tidak berpengaruh secara nyata ($P > 0,05$) terhadap persentase ikan lele dumbo berjenis kelamin jantan. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Suryanto dan Budi (2007), bahwa pemberian hormon MT dalam *sex reversal* pada umur larva ikan lele dumbo yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata

Tabel 1. Persentase kelangsungan hidup larva ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) setelah perendaman dalam larutan hormon metil testosteron selama 20 jam pada kelompok perlakuan umur larva yang berbeda

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata $\pm$ SD
	1	2	3		
Umur 5 hari	16,67	16,67	20,00	53,34	$17,78 \pm 1,92^a$
Umur 10 hari	23,33	26,67	23,33	73,33	$24,44 \pm 1,93^a$
Umur 20 hari	16,67	50,00	26,67	93,34	$31,11 \pm 17,10^a$

^aSuperskrip yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0,05$)

Tabel 2. Rata-rata persentase ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) jantan setelah perendaman dalam larutan hormon metil testosteron alami selama 20 jam dengan kelompok perlakuan umur larva yang berbeda

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata $\pm$ SD
	1	2	3		
Umur 5 hari	100,00	93,00	100,00	293,00	$97,67 \pm 4,04^a$
Umur 10 hari	100,00	87,50	85,70	273,20	$91,07 \pm 7,79^a$
Umur 20 hari	80,00	80,00	100,00	260,00	$86,67 \pm 11,55^a$

^aSuperskrip yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0,05$)

terhadap keberhasilan perubahan kelamin jantan dan laju pertumbuhan ikan.

Meskipun secara statistik tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata, namun terdapat kecenderungan bahwa semakin tua umur larva makin rendah persentase jantan yang didapatkan. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh beberapa peneliti sebelumnya bahwa makin umur larva bila direndam dengan MT alami menghasilkan jumlah jantan yang lebih banyak (Zairin, 2002).

Rata-rata persentase ikan lele dumbo berjenis kelamin jantan setelah perlakuan perendaman dengan MT alami selama 20 jam pada ketiga kelompok perlakuan dalam penelitian ini berkisar antara 86,67-96,67%. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Hasil penelitian Nurlaela (2002) pada ikan nila merah umur 10 hari dengan menggunakan MT dosis 20 mg/ml selama 20 jam menghasilkan persentase kelamin jantan sebesar 82,22%. Komen *et al.* (1990) memperoleh ikan nila jenis kelamin jantan sebesar 92,7% setelah perendaman larva ikan nila 6-15 minggu setelah telur menetas pada hormon MT dosis 50 ppm selama 20 jam. Tingginya persentase ikan lele dumbo jantan yang diperoleh pada penelitian ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya kemungkinan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain faktor spesies, ketersediaan pakan, suhu, kadar oksigen terlarut, ruang gerak, dan padat penebaran (Rustidja yang disitasi oleh Suryanto dan Budi, 2007). Faktor lain yang diduga menjadi penyebab tingginya persentase jenis kelamin jantan ikan lele dumbo dengan menggunakan hormon MT alami disebabkan umur larva yang digunakan masih kecil yaitu 5-20 hari. Selain itu, dosis hormon yang digunakan relatif tinggi yaitu 0,25 g/l.

Pembalikan kelamin merupakan salah satu teknik yang dapat dilakukan untuk memperoleh keturunan monoseks, baik jantan maupun betina. Dalam merangsang perubahan kelamin pada ikan, pemberian dengan hormon steroid harus dimulai pada waktu yang tepat. Waktu yang tepat untuk perlakuan tersebut tergantung pada saat terjadinya diferensiasi kelamin ikan (Yamazaki, 1983). Periode yang baik untuk memberikan perlakuan adalah pada stadium benih atau pada saat ikan mulai makan.

Benih yang digunakan dalam penerapan teknologi pembalikan kelamin adalah benih berumur 7 hari setelah menetas atau panjang total berkisar antara 9-13 mm, ikan dengan ukuran dan panjang tersebut secara morfologis masih belum mengalami diferensiasi kelamin (Torrans *et al.*, 1988). Hines dan Watts (1995) mengemukakan bahwa larva berukuran 9 mm merupakan saat yang baik memulai manipulasi diferensiasi seks dengan waktu pemberian perlakuan 6 minggu. Walaupun demikian, keberhasilan perubahan jenis kelamin juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti macam dan dosis hormon yang digunakan, metode pemberian hormon, lama perlakuan, dan jenis ikan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perubahan jenis kelamin ikan lele dumbo menjadi jantan setelah perlakuan perendaman dalam MT tidak dipengaruhi oleh umur larva ikan lele dumbo sebelum perendaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustinisih.1998. Maskulinisasi Ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) *Strain* Puntan Hasil Gynogenesis dengan Hormon Metil Testosteron pada Dosis, Umur dan Waktu Perendaman yang Berbeda. **Skripsi**. Fakultas Perikanan Universitas Hang Tuah. Surabaya.
- Hines, G.A. and S.A. Watts. 1995. Non-steroidal chemical sex manipulation of tilapia. **J. World Aquaculture Soc.** 26:98-101.
- Iskandariah. 1996. Pemanfaatan Testis Sapi dalam Teknik Pengalihan Jenis Kelamin (*Sex Reversal*) Ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp.). **Skripsi**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Komen, J., P.A.J. Lordder, F. Huskens, C.J.J. Richter, and E.A. Huisman. 1990. The effects oral administration of 17 alpha-metilttestosterone and 17 betha-estradiol an gonad development in Common Carp (*Cyprinus carpio* L.). **Aquaculture**. 92:127-142.
- Lutz, C.G. 2001. **Practical Genetics for Aquaculture**. Fishing News Books, Blackwell, United Kingdom.
- Mantau, Z. 2005. Produksi benih ikan nila jantan dengan rangsangan hormon metil testosteron dalam tepung pelet. **J. Litbang Pertanian**. 24(2):80-81.
- Nurlaela. 2002. Pengaruh Aromatase Inhibitor pada Perendaman Embrio terhadap Nisbah Kelamin Ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp.). **Skripsi**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Murni. A.P. 2009. Kiat Pacu Produksi Teknik Pejantanan/Sex Reversal Ikan dengan Hormon Methyl Testosteron (MT) Alami. **Makalah Pelatihan Teknik Pejantanan Ikan**. BATAN, Jakarta.
- Nguntoronadi. 2008. Wonogiri Bersinergi. **www.nguntoronadi.wonogiri.org**.
- Novara. E. 2013. Jantenisasi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Menggunakan Hormon Methyl Testosterone (MT) Alami. **Skripsi**. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Setiawan, B.B. 2006. **Budidaya Ikan Lele**. Edisi 1. Penerbit Pustaka Indonesia, Bandung.
- Sudrajat, A.O. and M. Sarida. 2006. **Effectivity of aromatase inhibitor and 17 α -metilttestosterone treatments in male production of fresh water prawn (*Macrobrachium rosenbergii* de Man)**. Aquaculture Indonesian, Jakarta.
- Sukadi, M.F. 2002. Peningkatan teknologi budidaya perikanan. **J. Iktiologi Indonesia**. 2(2):61-66.
- Suryanto, A.M. dan S. Budi. 2007. Pengaruh umur yang berbeda pada larva ikan nila (*Oreochromis* sp.) terhadap tingkat keberhasilan pembentukan kelamin jantan dengan menggunakan metil testosteron. **J. Protein**. 15(1):27-31.
- Susanto, H. 1996. **Teknik Kawin Suntik Ikan Ekonomis**. Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.
- Toelihere, M.R. 1977. **Fisiologi Reproduksi Hewan Ternak**. Angkasa, Bandung.
- Torrans, L., F. Meriwether, F. Lowell, B. Wyatt, and P.D. Gwinup. 1988. Sex reversal of *Oreochromis aureus* by immersion in mibolerone, a synthetic steroid. **J. World Aquaculture Soc.** 19:97-102.
- Yamazaki, F. 1983. Sex control and manipulation in fish. **Aquaculture**. 33:329-354.
- Yulfianti, E.M., Effendi, Sularto, dan M. Soewarsono. 1995. Peluang Pemakaian Testis Sapi pada Pengalihan Jenis Kelamin (*Sex Reversal*) Ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp.). **Makalah Seminar Ilmiah FMIPA Universitas Pakuan**. Bogor.
- Zairin Jr., M. 2002. **Sex Reversal Memproduksi Benih Ikan Jantan atau Betina**. Penebar Swadaya, Jakarta.