

**PENGARUH SUHU DAN KONSENTRASI PROPOLIS YANG BERBEDA
TERHADAP RASIO JANTAN DAN BETINA SERTA KELANGSUNGAN HIDUP
IKAN NILA MERAH (*Oreochromis* sp.)**

**The Effect Of Temperature and Concentration Propolis to Ratio Male and Famale
and Survival Rate Of Red Tilapia (*Oreochromis* sp.)**

Fernandes Kambu¹, Ninis Trisyani^{2*}, Is Yuniar³

Jurusan Perikanan, Fakultas Teknik dan Ilmu kelautan,

Universitas Hang Tuah, Surabaya,

Jl. Arief Rahman 150, Surabaya 60111

samuelisco07@gmail.com¹, nisuht@yahoo.com^{2*}, yuniar.uht@gmail.com³

* Penulis Koresponden: nisuht@yahoo.com^{2*}

ABSTRAK

Ikan nila merah (*Oreochromis* sp.) memiliki laju pertumbuhan yang berbeda antara jantan dan betina. Ikan nila jantan memiliki rata-rata pertumbuhan yang relatif cepat dibandingkan ikan nila betina. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan teknologi jantanisasi. Teknik yang umum dilakukan adalah sex reversal menggunakan hormon pemicu. Propolis adalah satu bahan alami yang dapat digunakan untuk alih kelamin pada ikan. Proses pengarahan kelamin ikan dapat dilakukan dengan manipulasi suhu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan konsentrasi propolis yang berbeda terhadap rasio jantan dan betina ikan nila merah dan mengetahui berapa konsentrasi suhu dan konsentrasi propolis terbaik yang mempengaruhi rasio jantan dan betina ikan nila merah serta pengaruh suhu dan konsentrasi propolis terhadap kelangsungan hidup ikan nila merah. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan dua taraf perlakuan suhu dan tiga taraf perlakuan konsentrasi propolis. Hasil analisa anova menunjukkan bahwa suhu dan konsentrasi propolis yang digunakan pada penelitian ini tidak berpengaruh terhadap jenis kelamin jantan ikan nila merah (*Oreochromis* sp.) yang dihasilkan. Persentase jenis kelamin jantan tertinggi diperoleh pada interaksi suhu 30 °C dan konsentrasi propolis 0,075 ml/liter sebesar 92,32 % namun tidak berbeda nyata dengan kontrol yaitu sebesar 91,55 %.

Kata kunci : ikan nila merah, sex reversal, propolis, suhu.

ABSTRACT

Red tilapia (*Oreochromis* sp.) has a different growth rate between male and female. Male tilapia has a relatively fast growth rate compared to female tilapia. To overcome this problem, it needs to be done with jantanization technology. A common technique is genital reversal using trigger hormone. Propolis is a natural ingredient that can be used for directing fish genital. The process of direction the sex of fish can also be done by temperature manipulation. The purpose of this study was to determine the effect of the difference in temperature and concentration of propolis on the ratio red tilapia of male and female and to know the best temperature and concentration of propolis which affected the ratio of male and female red tilapia and the effect of temperature and propolis concentration on the survival rate of red tilapia. The research design used was factorial completely randomized design with two levels of temperature treatment and three levels of propolis concentration treatment. The results of ANOVA analysis showed that the temperature and concentration of propolis used in this study did not effect the male sex of red tilapia (*Oreochromis* sp.) Produced. The highest percentage of male sex was obtained at the temperature interaction of 30 °C and propolis concentration of 0.075ml / liter 92.32% but not significantly different from the control which was 91.55%.

Keywords : red tilapia, sex reversal, propolis, temperature

PENDAHULUAN

Ikan nila merah (*Oreochromis* sp.) merupakan salah satu komoditas budidaya air tawar yang bernilai ekonomis penting (Popma dan Masser, 1999). Ikan nila merah memiliki laju pertumbuhan yang berbeda antara ikan jantan dan betina. Pertumbuhan ikan nila jantan rata-rata 2,1 gram/hari, sedangkan pertumbuhan ikan nila betina rata-rata 1,8 gram/hari (Rukmana & Yudirachman, 2015). Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukannya teknologi jantanisasi. Teknik yang umum dilakukan adalah *sex reversal* dengan menggunakan hormon pemicu (Phelps dan Popma, 2000).

Teknik *sex reversal* pada ikan telah banyak dilakukan dengan penambahan hormon sintetik yaitu 17 α -metiltestosteron, namun berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan nomor KEP.20/ MEN/2003, hormon 17 α -mt termasuk dalam klasifikasi obat keras (Anonimous, 2015). Dalam rangka menggantikan fungsi hormon 17 α -mt, mulai dikembangkan penggunaan bahan-bahan alternatif yang lebih aman untuk diaplikasikan pada proses pengarahan jenis kelamin pada ikan (Contreras-Sances *et al*, 2001). Salah satu bahan alternatif yang bersifat alami tersebut adalah propolis.

Dean (2004), melaporkan bahwa propolis memiliki komposisi bahan yang dapat digunakan dalam proses pengarahan jenis kelamin pada ikan yaitu *Chrysin* dan berbagai mineral. Penggunaan propolis dalam kegiatan pengarahan jenis kelamin pada ikan telah banyak dilakukan oleh peneliti baik melalui pencampuran dalam pakan ataupun perendaman. Sipayung (2010), melakukan pencampuran propolis dalam pakan buatan dengan dosis 0,6 ml/kg dan menghasilkan persentase jantan sebesar 69,71 %. Audinah (2017), melakukan perendaman menggunakan propolis dengan dosis 100 μ l/liter pada embrio ikan *rainbow boesemani* dan menghasilkan persentase jantan sebesar 59,5 %. Mulyasih *et al* (2012), melakukan perendaman induk ikan guppy pada dosis

propolis 25 μ l/liter dan suhu perendaman 32 $^{\circ}$ C menghasilkan persentase jantan sebesar 68,72%. Keberhasilan pemanfaatan propolis dalam pengarahan kelamin pada ikan tergantung pada periode labil kelamin yang berbeda-beda sesuai dengan jenis ikan target, dosis, metode pemberian, dan faktor pemberian terutama suhu (Audinah, 2017).

Bowman *et al* (2012), menyatakan bahwa pengarahan jenis kelamin pada ikan dapat dilakukan dengan manipulasi suhu lingkungan. Suhu lingkungan juga berperan dalam *sex diferensiasi* pada ikan nila karena sifat ikan nila yang *termosensitif* (Barroiller *et al*, 1995 *dalam* Afpriyaningrum *et al*, 2016). Devlin dan Nagahama (2002), menambahkan bahwa tinggi rendahnya suhu juga dapat mempengaruhi pembentukan gonad menjadi jantan atau betina. Suhu yang tinggi cenderung mengarahkan ikan pada pembentukan gonad jantan.

Hepher dan Prugnini (1981), menyatakan bahwa pemberian hormon pada proses pengarahan kelamin pada ikan dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu penyuntikan berkala, melalui pakan dan perendaman. Arfah (1997), menyatakan bahwa cara yang paling baik adalah melalui perendaman, karena disamping waktu perlakuan singkat, hormon yang diperlukan relatif sedikit.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan konsentrasi propolis yang berbeda terhadap rasio jantan dan betina dan mengetahui berapa suhu dan konsentrasi propolis terbaik yang mempengaruhi rasio jantan dan betina serta kelangsungan hidup ikan nila merah (*Oreochromis* sp.).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November hingga Desember 2018 di Hatchery, Jurusan Perikanan, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah Surabaya.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian adalah akuarium, baskom,

termostat manual, selang penyiponan, skop net, termometer digital, heater, pH meter, DO meter, kaca pembesar, alat tulis, gelas ukur dan sputit. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah larva ikan nila merah, propolis brazillian, pakan buatan dan tissue.

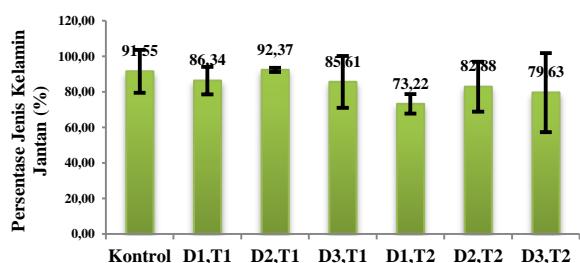
Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 2 taraf perlakuan suhu dan 3 taraf perlakuan konsentrasi propolis serta 1 kontrol dan diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 21 satuan percobaan. Kombinsi antara perlakuan suhu dan konsentrasi propolis yang digunakan pada penelitian yaitu :

- D1,T1: suhu 30°C dan konsentrasi propolis 0,05 ml/liter
- D2,T1: suhu 30°C dan konsentrasi propolis 0,075 ml/liter
- D3,T1: suhu 30°C dan konsentrasi propolis 0,1 ml/liter
- D1,T2: suhu 32°C dan konsentrasi propolis 0,05 ml/liter
- D2,T2: suhu 32°C dan konsentrasi propolis 0,075 ml/liter
- D3,T2: suhu 32°C dan konsentrasi propolis 0,1 ml/liter

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rasio Jantan dan Betina

Tingkat keberhasilan membentuk kelamin jantan ikan nila merah (*Oreochromis* sp.) yang dihasilkan melalui perendaman suhu dan konsentrasi propolis yang berbeda selama 10 jam bervariasi antara 73,22% sampai dengan 92,37 % lebih tinggi jika dibandingkan dengan kontrol yaitu sebesar 91,55% (Gambar 1).



Gambar 1. Histogram persentase jenis kelamin jantan ikan nila merah (*Oreochromis* sp.) pada masing-masing perlakuan.

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan konsentrasi propolis tidak berpengaruh nyata terhadap rasio jantan dan betina ikan nila merah (*Oreochromis* sp.) dengan nilai $p = 0,54$. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman larva ikan nila merah pada suhu dan konsentrasi propolis yang berbeda kurang efektif. Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat keberhasilan dalam pengarahan jenis kelamin pada ikan nila merah adalah sedikitnya konsentrasi propolis yang digunakan dalam penelitian ini.

Konsentrasi propolis yang menghasilkan persentase jantan tertinggi terjadi pada konsentrasi 0,075 ml/liter sebesar 92,37 % sedangkan pada konsentrasi propolis tertinggi yaitu 0,1 ml/liter menghasilkan persentase jantan sebesar 85,61 % dan 79,63 %.

Brodie *et al* (1999), menyatakan bahwa efektivitas propolis dalam maskulinisasi juga dipengaruhi oleh dosis, jenis propolis, lama perlakuan, suhu perlakuan, dan waktu perlakuan. Zairin (2002), menambahkan bahwa terdapat kecenderungan pemberian dosis yang terlalu rendah menyebabkan proses pengarahan kelamin berlangsung kurang sempurna. Arfah *et al* (2013), menyatakan bahwa semakin tinggi dosis perendaman dalam kegiatan jantanisasi ikan tidak selalu diikuti dengan peningkatan persentase populasi jantannya. Untuk perendaman yang efektif, perlu diperhatikan hubungan konsentrasi, lama perendaman dan faktor lingkungan seperti suhu.

Persentase jenis kelamin jantan tertinggi terjadi pada suhu 30 °C yaitu sebesar 92,37 %. Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa suhu tidak berpengaruh nyata terhadap jenis kelamin jantan yang dihasilkan. Hal ini berbanding terbalik dengan pendapat Strussman dan Patino (1995), yang menyatakan bahwa sel-sel gonad pada ikan dapat juga dirangsang dengan manipulasi temperatur. Devlin dan Nagahama (2002),

menambahkan bahwa tinggi rendahnya suhu dapat mempengaruhi pembentukan gonad menjadi jantan atau betina. Suhu yang tinggi cenderung mengarahkan ikan pada pembentukan gonad jantan.

Interaksi antara konsentrasi propolis dan suhu yang digunakan pada penelitian ini tidak berpengaruh nyata terhadap rasio jantan dan betina ikan nila merah (*Oreochromis* sp.). Hal ini berbanding terbalik dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Afpriyaningrum *et al* (2016), menunjukkan bahwa lama perendaman dan suhu yang direndam pada hormong 17 α -metiltestosteron dengan dosis 2 mg/L selama 4 jam berpengaruh nyata terhadap jenis kelamin jantan yang dihasilkan. Tidak adanya perbedaan yang nyata antara konsentrasi propolis dan suhu pada penelitian ini diduga disebabkan juga oleh faktor lama perendaman yang terlalu singkat. Pada penelitian ini lama perendaman dilakukan selama 10 jam. Muslim (2010), menyatakan bahwa lama perendaman dengan menggunakan hormon 17 α -Metiltestoren dengan konsentrasi 2 mg/liter selama 30 jam mampu menghasilkan persentase jenis kelamin jantan sebesar 100 %. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman ikan maka semakin tinggi jenis kelamin jantan yang dihasilkan melalui perendaman. Arfah *et al* (2013), menambahkan bahwa umumnya perendaman dengan dosis yang tinggi membutuhkan waktu perendaman yang singkat dan sebaliknya.

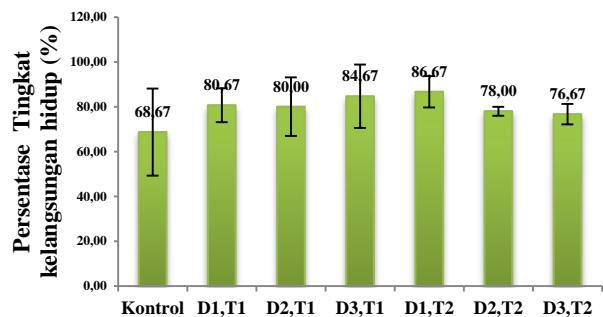
Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat keberhasilan dalam membentuk kelamin jantan pada ikan antara lain faktor luar dan faktor dalam. Zairin (2002), menyatakan bahwa pada kondisi normal atau tanpa adanya gangguan, perkembangan gonad akan berlangsung secara normal. Individu dengan genotipe XX akan berkembang menjadi betina, sedangkan individu dengan genotip XY akan berkembang menjadi jantan. Scott *et al* dalam Hoar *et al* (1969), menambahkan bahwa faktor lain yang mungkin

mempengaruhi adalah kemampuan sperma Y dalam membuat telur lebih tinggi daripada yang X, atau kelangsungan hidup ikan jantan lebih tinggi daripada ikan betina. Selain karena beberapa faktor, hal ini juga diduga karena adanya kelemahan pada metode perendaman.

Zairin (2002), menyatakan bahwa perlakuan pengarahan kelamin dengan cara perendaman, hormon akan masuk ke dalam tubuh ikan melalui insang, kulit, dan gurat sisi sehingga dengan cara ini, tidak semua hormon masuk ke dalam tubuh ikan. Propolis masuk ke dalam tubuh larva melalui proses difusi karena perbedaan konsentrasi antara media perendaman dengan larva. Kelemahan pada metode perendaman adalah hormon terlalu jauh untuk mencapai organ target. Pada perendaman larva, bila konsentrasi hormon dinaikkan, larva ikan bisa mengalami stress dan mati namun bila dosis terlalu rendah maka kemampuan hormon untuk *sex reversal* akan berkurang.

Tingkat Kelangsungan Hidup

Kelangsungan hidup tertinggi selama penelitian diperoleh pada perlakuan suhu 32 °C dan konsentrasi propolis 0,05 ml/liter (D1,T2) sebesar $88,67 \pm 4,62$ %, sedangkan tingkat kelangsungan hidup terendah diperoleh pada kontrol yaitu sebesar $68,67 \pm 19,43$ % (Gambar 2).



Gambar 2. Histogram persentase tingkat kelangsungan hidup ikan nila merah (*Oreochromis* sp.) pada masing-masing perlakuan

Hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan konsentrasi propolis tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan nila merah (*Oreochromis* sp.) dengan nilai $p = 0,59$. Hal ini sejalan dengan laporan Sipayung (2010), yang menyatakan bahwa pemberian propolis dalam maskulinisasi ikan nila merah tidak berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup selama perlakuan maupun saat pemeliharaan.

Tingkat kelangsungan hidup yang relatif rendah pada kontrol ini diduga disebabkan ikan mengalami stress pada waktu penyiponan dan pergantian air yang mengakibatkan kematian ikan pada waktu pemeliharaan. Zairin (2002), menyatakan bahwa derajat kelangsungan hidup larva umur dua hari setelah perlakuan dapat

memberikan gambaran mengenai konsentrasi yang tepat akan memberikan kelangsungan hidup larva yang tinggi. Derasat kelangsungan hidup larva umur sebulan atau lebih, tampaknya lebih menggambarkan kondisi pemeliharaan yang diberikan. Semakin baik teknik pemeliharaan maka akan semakin baik pula sintasan larvanya.

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian adalah suhu, DO dan pH. Selama pemeliharaan kualitas air pada media pemeliharaan berfluktuasi namun masih berada dalam batas yang dapat ditoleransi bagi ikan nila merah (*Oreochromis* sp.) (Tabel 1).

Tabel 1. Kualitas air selama pemeliharaan ikan nila merah (*Oreochromis* sp.).

Parameter	Perlakuan						
	Kontrol	D1,T1	D2,T1	D3,T2	D1,T2	D2,T2	D3,T2
Suhu (°C)	26-31,2	25,8-31,1	25,9-31,1	25,9-31,0	25,8-31,5	25,8-31,2	25,8-31,1
DO (mg/L)	4,9-7,1	4,8-7,2	4,8-7,1	4,9-7,1	4,5-7,2	4,5-7,2	4,7-7,2
pH	7,6-8,9	7,7-8,8	7,6-8,9	7,6-8,8	7,6-8,8	7,6-8,8	7,6-8,9

Popma dan Masser (1999), menyatakan bahwa kisaran suhu yang optimal untuk pemeliharaan ikan nila merah adalah: 29,4 – 31,1 °C sedangkan kualitas air yang mematikan adalah suhu $<18,3$ °C dan $>42,0$ °C, DO $<0,3$ mg/L, pH $<5,0$ dan $>10,0$ serta NH₃ $>0,6$ mg/L (Popma dan Masser, 1999). Kisaran suhu selama penelitian adalah 25,8 – 31,5 °C, kisaran tersebut masih dalam kisaran toleransi hidup bagi ikan nila merah.

Sucipto dan Prihartono (2007), menyatakan bahwa untuk meningkatkan produktivitas ikan nila, kandungan oksigen terlarut dalam air sebaiknya dijaga pada level diatas 5 mg/liter, sementara jika kandungan oksigen terlarut berada dibawah 3 mg/liter dapat menyebabkan penurunan laju pertumbuhan ikan. Kisaran DO selama pemeliharaan 30 hari ini berkisar antara 4,9 - 7,2 mg/liter. Hasil ini menunjukkan bahwa kandungan oksigen

terlarut dalam air masih berada pada kisaran toleransi hidup bagi ikan nila merah.

KESIMPULAN

Hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan konsentrasi propolis yang berbeda pada perendaman 10 jam tidak berpengaruh nyata terhadap jenis kelamin jantan ikan nila merah (*Oreochromis* sp.) yang dihasilkan.

Persentase jenis kelamin jantan tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu 30°C dan konsentrasi propolis 0,075 ml/liter yaitu sebesar 92,32 % namun tidak berbeda nyata dengan kontrol yaitu sebesar 91,55 %.

Perlakuan suhu dan konsentrasi propolis yang berbeda pada perendaman 10 jam tidak berpengaruh terhadap

kelangsungan hidup ikan nila merah (*Oreochromis* sp.).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Dr. Ir. Ninis Trisyani, MP. dan Dr. Ir. Is Yuniar, M.Si dan semua pihak yang membantu dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Afpriyaningrum MD, Soelistyowat DT, Alimuddin, Zairin Jr M, Setiawati M, Hardiantho D. 2016. Maskulinisasi Ikan Nila Melalui Perendaman Larva pada Suhu 36 °c dan Kadar Residu. *Omni-Akuatika*, 12 (3): 106–113.
- Anonimous. 2015. Kelautan dan Perikanan dalam angka 2015. *Pusat Data, Statistik dan Informasi*. Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Arfah, H. 1997. Efektivitas Hormon 17 α -Metiltestosteron dengan Metode Perendaman Induk terhadap Nisbah Kelamin dan Fertilitas Keturunan Ikan Gapi (*Poecilia reticulata*). [Tesis]. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Arfah, H. S. D. Tri dan B. Asep. 2013. Maskulinisasi ikan cupang *Betta splendens* melalui perendaman embrio dalam ekstrak purwoceng *Pimpinella alpina*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 12 (2), 144–149.
- Audinah Nabila. 2017. Pengarahan kelamin jantan ikan rainbow Boesemani (*Melanotaenia boesemani*) menggunakan Propolis melalui perendaman embrio [skripsi]. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Bowman, M.P., Bowker, J., Carty, D.G., Straus, D.L., Farmer, B.D., Mitchell, A.J., Ledbetter, C.K. 2012. The safety of 17 α -methyltestosterone administered in feed to larval Nile tilapia. *AADAP. Drug Research Information Bulletin*. Drib no. 28.
- Brodie, A, Q. Ling, and B. Long. 1999. Aromatase and Its Inhibitors. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* 69: 205-210.
- Contreras-Shanchez WM, Fitzpatrick MS. 2001. *Fate of methyltestosterone in the pond environment: Impact of Mt-contaminated soil on tilapia sex differentiation*. Effluents and Pollution Research 2c (9er2c). Department of Fisheries and Wildlife. Oregon State University, USA.
- Dean, W. 2004. *Chrysin: Is It An Effective Aromatase Inhibitor? Vitamin Research News*. Vol. 18. Number 4.
- Hepher, B and Pruginin, Y. 1981. *Commercial Fish Farming*. John Wiley and Sons, New York, 261 pp.
- Hoar, W. S., D. J. Randall and E. M. Donaldson. 1969. *Fish Physiology*. P: 5-7. Reproduction. Vol IX. Part B. Academic Press, New York.
- Kordi, M.G.H.K. dan A.B. Tancung. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya perairan*. PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Kwon YJ, Haghpanah V, Kogson-Hurtado LM, McAndrew BJ, Penman DJ. 2000. Masculinization of genetic female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by dietary administration of an aromatase inhibitor during sexual differentiation. *The Journal of Experimental Zoology* 287: 46-53.
- Mulyasih D, Tarsim dan Sarida M. 2012. Effects of Temperature and Propolis Concentration To Male Guppy (*Poecilia reticulata*) Production. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. Volume 1. IAA.
- Popma T, Masser M. 1999. *Tilapia life history and biology*. Southern Regional Aquaculture Center Publication No. 283.
- Phelps, R. P. and T. J. Popma. 2000. *Sex reversal of Tilapia*. Pages 34–59 in

- B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds. Tilapia Aquaculture in the Americas, Vol. 2. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.
- Rukmana R, H & Yudirachman H, H., 2015. *Sukses Budidaya Ikan Nila Secara Intensif*. Lily Publisher. Yogyakarta.
- Sipayung A, D. 2010. Sex Reversal Pada Ikan Nila Merah *Oreochromis* sp. Melalui Pemberian Propolis Yang Dicampur Dalam Pakan Buatan [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sucipto dan Prihartono. 2007. *Pembesaran Nila Hitam Bangkok di Karamba Jaring Apung, Kolam Air Deras, Kolam Air Tenang dan Karamba*. Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.
- Strussman, C. A. and R. Patino. 1995. Temperature manipulation of sex differentiation in fish. In: F. W. Goetz and P. Thomas, (Eds.), *Proceeding of the Fifth International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish*. Fish Symp. Austin, Texas.
- Zairin, M. Jr. 2002. *Sex Reversal: Memproduksi Benih Ikan Jantan atau Betina*. Penebar Swadaya, Jakarta.