

SKRIPSI

**MASKULINISASI IKAN GUPPY (*Poecilia reticulata*)
MELALUI METODE PERENDAMAN LARVA DALAM
EKSTRAK PURWOCENG (*Pimpinella alpina*)**

***MASCULINIZATION OF GUPPY (*Poecilia reticulata*)
THROUGH LARVAL IMMERSION METHOD IN
PURWOCENG EXTRACT (*Pimpinella alpina*)***



**Widya Elsa Fitri
05051282025037**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

SUMMARY

WIDYA ELSA FITRI. Masculinization of Guppy (*Poecilia reticulata*) Through Larval Immersion Method in Purwoceng Extract (*Pimpinella alpina*) (Supervised by **MUSLIM**).

Male guppies (*Poecilia reticulata*) are more attractive and valuable. Monosex production of male fish mostly uses the 17α -methyltestosterone. This hormone is expensive and difficult to obtain. Thus, it is necessary to explore natural ingredients as an alternative replacement. Purwoceng plant (*Pimpinella alpina*) has the potential to be used. The purpose of this study was to determine the best immersion duration for masculinization of guppy fish. The research design used a completely randomized design, 4 treatments of immersion duration (0, 8, 10, and 12 hours), each treatment was repeated 3 times. After immersion, the larvae were reared for 45 days, fed with *Daphnia* sp. and cyst *Artemia* sp. Sex determination was carried out at the end of rearing by surgical method. The results showed that the duration of larval immersion in purwoceng extract had a significant effect ($P < 0,05$) on the number of male fish. In this study, the immersion treatment for 10 hours produced the highest number of male guppies at 83,33%. The results of this study are very useful for the application of sex reversal techniques using phytosterol as a replace for synthetic hormones.

Key words: mono sex culture, phytosterol, purwoceng, sex reversal, stigmasterol

RINGKASAN

WIDYA ELSA FITRI. Maskulinisasi Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) Melalui Metode Perendaman Larva dalam Ekstrak Purwoceng (*Pimpinella alpina*) (Dibimbing oleh **MUSLIM**).

Ikan guppy (*Poecilia reticulata*) jantan lebih menarik dan bernilai jual tinggi. Produksi monosex ikan jantan kebanyakan menggunakan 17α -metilttestosteron. Hormon ini mahal dan sulit didapat. Dengan demikian sangat perlu dieksplorasi bahan alam sebagai alternatif pengganti. Tumbuhan purwoceng (*Pimpinella alpina*) potensial digunakan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui lama waktu perendaman terbaik untuk maskulinisasi ikan guppy. Desain penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap, 4 perlakuan lama waktu perendaman (0, 8, 10, dan 12 jam), masing-masing perlakuan diulang 3 kali. Setelah perendaman larva dipelihara selama 45 hari, diberi pakan *Daphnia* sp. dan cyst *Artemia* sp. Penentuan jenis kelamin dilakukan pada akhir pemeliharaan dengan metode pembedahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama perendaman larva dalam ekstrak purwoceng berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap jumlah ikan jantan. Pada penelitian ini perlakuan perendaman selama 10 jam menghasilkan ikan guppy jantan tertinggi yakni sebesar 83,33%. Hasil penelitian ini sangat berguna untuk aplikasi teknik *sex reversal* menggunakan fitosterol sebagai pengganti hormon sintetik.

Kata Kunci: fitosterol, mono seks kultur, purwoceng, sex reversal, stigmasterol

SKRIPSI

**MASKULINISASI IKAN GUPPY (*Poecilia reticulata*) MELALUI
METODE PERENDAMAN LARVA DALAM EKSTRAK
PURWOCENG (*Pimpinella alpina*)**

Diajukan Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Perikanan pada Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya



Widya Elsa Fitri
05051282025037

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

**MASKULINISASI IKAN GUPPY (*Poecilia reticulata*) MELALUI
METODE PERENDAMAN LARVA DALAM EKSTRAK
PURWOCENG (*Pimpinella alpina*)**

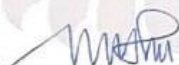
SKRIPSI

Sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Perikanan
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

Widya Elsa Fitri
05051282025037

Indralaya, Mei 2024
Pembimbing



Dr. Muslim, S.Pi., M.Si
NIP 197803012002121003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.
NIP 196412291990011001

Skripsi dengan judul "Maskulinisasi Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) Melalui Metode Perendaman Larva dalam Ekstrak Purwoceng (*Pimpinella alpina*)" oleh Widya Elsa Fitri telah di pertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 08 Mei 2024 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi penguji

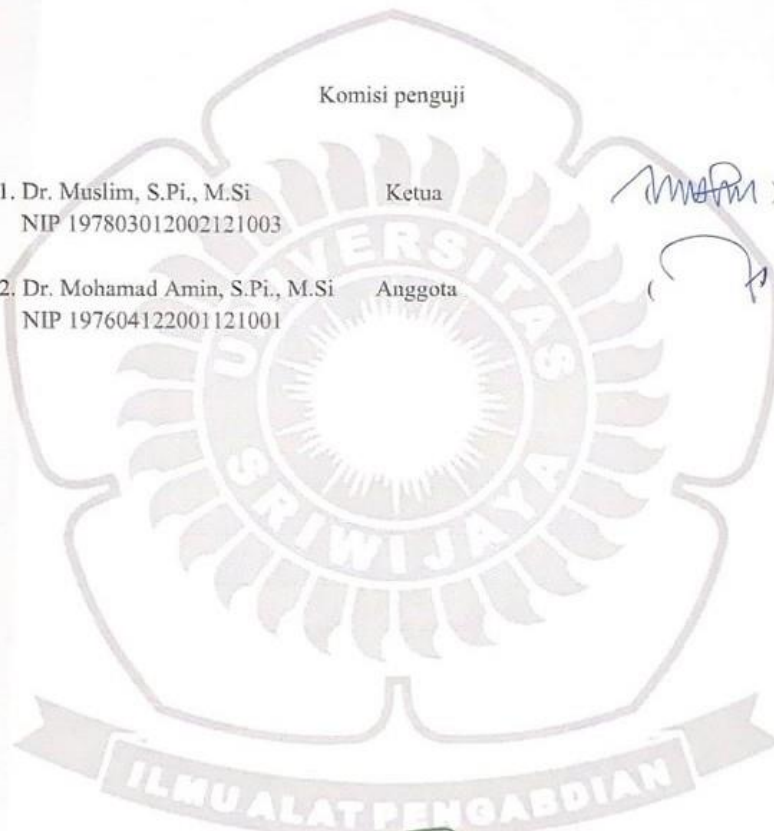
1. Dr. Muslim, S.Pi., M.Si
NIP 197803012002121003

Ketua



2. Dr. Mohamad Amin, S.Pi., M.Si
NIP 197604122001121001

Anggota



Indralaya, Mei 2024



Perikanan

Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si.
NIP 19760208200121003



PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Widya Elsa Fitri

NIM : 05051282025037

Judul : Maskulinisasi Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) Melalui Metode Perendaman Larva dalam Ekstrak Purwoceng (*Pimpinella alpina*)”

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 20 November 2002 di Palembang, Sumatera Selatan. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara. Orang tua bernama Zainal Arifin, SE., MM. dan Marlindayanti, S,Pd., MDSc.

Riwayat pendidikan formal penulis dimulai dari Sekolah Dasar yang diselesaikan pada tahun 2014 di MIN 2 Model Palembang, Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2017 di SMPN 19 Palembang dan Sekolah Menengah Atas pada tahun 2020 di SMAN 11 Palembang. Sejak Agustus 2020 penulis tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Pada tahun 2020-2022 penulis aktif dalam kegiatan organisasi kemahasiswaan, tingkat Program Studi yaitu Himpunan Mahasiswa Akuakultur (HIMAKUA). Tahun 2022 penulis menjadi kepala dinas media dan informasi di HIMAKUA dan menerbitkan dua majalah. Penulis melaksanakan kegiatan magang pada tahun 2022 di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara dengan judul: “Teknik Kultur Rotifera (*Brachionus plicatilis*) Sebagai Pakan Alami Skala Massal di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau Jepara Jawa Tengah.” Serta melaksanakan praktek lapangan di Unit pembenihan rakyat sumber rezeki yang terletak di Desa Sukasari Kota Palembang dengan judul: “Manajemen Pemberian Pakan Benih Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) di UPR Sumber Rezeki Desa Sukasari Palembang Sumatera Selatan.”

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis sampaikan kehadirat Allah SWT yang senantiasa mencurahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi berjudul “Maskulinisasi Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) Melalui Metode Perendaman Larva dalam Ekstrak Purwoceng (*Pimpinella alpina*)” ini dapat diselesaikan. Dalam menyusun skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Koordinator Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Muslim, S.Pi., M.Si. selaku pembimbing.
3. Kedua orang tua atas doa dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
4. Bapak Dr. Mohamad Amin, S.Pi., M.Si. selaku penguji ujian komprehensif.
3. Semua pihak yang membantu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Saran yang konstruktif sangat penulis harapkan. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Indralaya, Mei 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan dan Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. <i>Sex Reversal</i> Pada Ikan	4
2.2. Tumbuhan Purwoceng (<i>Pimpinella alpin</i>).....	5
2.3. Penggunaan Purwoceng untuk <i>Sex Reversal</i> Pada Ikan.....	6
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	8
3.1. Tempat dan Waktu	8
3.2. Bahan dan Alat.....	8
3.3. Metode Penelitian.....	9
3.4. Cara Kerja	9
3.5. Parameter Pengamatan.....	10
3.6. Analisis Data	11
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	12
4.1. Persentase Kelamin Ikan Guppy Jantan.....	12
4.2. Kelangsungan Hidup Selama Perendaman dan Pemeliharaan.....	13
4.3. Kualitas Air	15
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	17
5.1. Kesimpulan	17
5.2. Saran	17
DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Struktur kimia stigmasterol (a) β -sitosterol (b).....	6
Gambar 4.1. Persentase ikan guppy (<i>Poecilia reticulata</i>) jantan melalui perendaman dalam ekstrak purwoceng (<i>Pimpinella alpina</i>)	12
Gambar 4.2. Kelangsungan hidup larva ikan guppy (<i>Poecilia reticulata</i>) selama perendaman dalam larutan ekstrak purwoceng (<i>Pimpinella alpina</i>)	13
Gambar 4.3. Kelangsungan hidup ikan guppy (<i>Poecilia reticulata</i>) selama pemeliharaan 45 hari.....	14

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Bahan alami yang dapat digunakan untuk maskulinisasi pada ikan	5
Tabel 2.2. Penggunaan ekstrak purwoceng untuk maskulinisasi pada ikan	7
Tabel 3.1. Bahan-bahan yang digunakan selama penelitian	8
Tabel 3.2. Alat-alat yang digunakan selama penelitian	8
Tabel 4.1. Kualitas air dalam media perendaman larva ikan guppy (<i>Poecilia reticulata</i>)	15
Tabel 4.2. Kualitas air dalam media pemeliharaan ikan guppy (<i>Poecilia reticulata</i>)	15

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data dan perhitungan statistik persentase ikan guppy jantan	23
Lampiran 2. Data dan perhitungan statistik persentase ikan guppy betina	25
Lampiran 3. Data dan perhitungan statistik persentase kelangsungan hidup ikan guppy selama perendaman	27
Lampiran 4. Data dan perhitungan statistik persentase kelangsungan hidup ikan guppy selama pemeliharaan	28
Lampiran 5. Data kualitas air media perendaman sebelum dan setelah diberi ekstrak purwoceng.....	30
Lampiran 6. Data kualitas air media pemeliharaan larva ikan guppy selama penelitian	31
Lampiran 7. Dokumentasi penelitian	40

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan guppy (*Poecilia reticulata*) merupakan ikan hias yang memiliki nilai komersial tinggi di pasar domestik maupun internasional. Ikan guppy jantan memiliki morfologi yang lebih menarik dibandingkan ikan betina seperti bentuk tubuh, pola warna tubuh, dan sirip (Chakraborty *et al.*, 2012; Basavaraja *et al.*, 2014; Golan dan Sivan, 2014; Kavumpurath dan Pandian, 1993a; Pandian dan Sheela, 1995). Budidaya ikan guppy secara monokultur jantan lebih menguntungkan (Chakraborty *et al.*, 2012; Basavaraja *et al.*, 2014; Mousavi-Sabet *et al.*, 2012; Piferrer dan Lim, 1997). Upaya untuk memperoleh lebih banyak ikan guppy jantan dengan menggunakan teknik *sex reversal* (Pandian dan Sheela, 1995; Baroiller dan Cotta, 2016).

Sex reversal terdiri dari dua yaitu maskulinisasi dan feminisasi. Maskulinisasi merupakan teknik untuk memproduksi benih ikan *monosex* jantan (Tran *et al.*, 2022; Golan dan Sivan, 2014). Bahan yang digunakan dalam aplikasi teknik *sex reversal* adalah hormon sintetik (Homklin *et al.*, 2009). Hormon sintetik yang digunakan dalam aplikasi maskulinisasi ikan adalah 17α -metiltestosteron (17α -MT), androstenedione, 19-norethynyl testosterone, 17α -ethyl testosterone, 17α -metildihidrotestosteron, dan dihidrotestosteron (Yamazaki, 1983; Mlalila *et al.*, 2015; Basavaraja *et al.*, 2014; Golan dan Sivan, 2014). Menurut Tran *et al.* (2022), 17α -MT merupakan hormon yang paling umum digunakan untuk maskulinisasi ikan. Menurut Permen KP (2019), hormon sintetik 17α -MT termasuk kedalam golongan obat keras, sehingga dilarang penggunaan dalam kegiatan budidaya ikan di Indonesia. Oleh karena itu perlu dicari bahan alternatif pengganti hormon sintetik. Salah satu bahan alternatif yang telah diuji dapat meningkatkan jumlah ikan jantan adalah tanaman purwoceng (*Pimpinella alpina*) (Nurkhasana, 2015; Arfah *et al.*, 2013; Rohmy *et al.*, 2018; Matondang *et al.*, 2018; Putra, 2011; Pradana *et al.*, 2017).

Purwoceng (*P. alpina*) merupakan tumbuhan afrodisiak (Gunawan, 1999; Darwati dan Rostika, 2006; Wahyuningrum *et al.*, 2016). Menurut Wu *et al.* (2023),

Tanaman genus *Pimpinella* mengandung fitosterol yaitu α -spinasterol, campesterol, stigmasta-5,7,2-trien-3-ol, Δ 7-avenasterol, dan Δ 5-avenasterol. Menurut Saini *et al.*, (2021), *Pimpinella anisum* mengandung campesterol, stigmasterol (stigmasta-5,22-dien-3 β -ol), β -sitosterol (stigmast-5-en-3 β -ol), dan α -spinasterol. Fitosterol berpengaruh terhadap fungsi reproduksi endokrin pada ikan (Maclatchy dan Vanderkraak, 1995; Maclatchy *et al.*, 1997; Qasimi *et al.*, 2018). Menurut Gilman *et al.* (2003), fitosterol (β -sitosterol) menyebabkan penurunan kadar *low-density lipoprotein cholesterol* dan *triglyceride* pada ikan trout (*Salvelinus fontinalis*). Dengan demikian β -sitosterol menghambat sintesis hormon estrogen, sebaliknya menstimulasi sintesis hormon androgen. Hormon androgen mempengaruhi diferensiasi seks menuju kelamin jantan.

Penelitian penggunaan purwoceng untuk maskulinisasi ikan telah dilakukan pada ikan cupang (*Betta splendens*) (Arfah *et al.*, 2013), ikan nila (*Oreochromis niloticus*) (Pradana *et al.*, 2018), Ikan komet (*Carassius auratus*) (Abdullah *et al.*, 2021) dan ikan pelangi (*Iriatherina wernerii*) Nurkhasana (2015). Dari beberapa penelitian tersebut membuktikan bahwa tanaman purwoceng dapat digunakan sebagai alternatif pengganti hormon sintetik dalam produksi ikan monoseks jantan. Hasil penelitian Pradana *et al.* (2018), menunjukkan bahwa perendaman larva *Oreochromis niloticus* dalam ekstrak purwoceng selama 10 jam menghasilkan ikan jantan sebanyak 79,22%. Penelitian Matondang *et al.* (2018), perendaman induk guppy bunting dalam ekstrak purwoceng selama 8 jam menghasilkan anak jantan sebesar 63.98%. Penelitian perendaman larva guppy dalam ekstrak purwoceng belum pernah dilakukan. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian terhadap ikan guppy pada stadia larva dengan lama perendaman yang berbeda untuk mengetahui seberapa cepat ekstrak purwoceng bekerja dalam pembalikan kelamin (*sex reversal*) betina ke jantan pada larva ikan guppy.

1.2. Rumusan Masalah

Budidaya ikan guppy jantan lebih menguntungkan dari pada betina dikarenakan morfologi ikan guppy jantan lebih menarik. Untuk meningkatkan produksi ikan guppy jantan dapat diatasi dengan teknik *sex reversal* yakni

maskulinisasi. Hormon sintetik 17α -metiltestosteron adalah hormon yang paling sering digunakan untuk maskulinisasi ikan (Tran *et al.*, 2022). Namun, Menurut Permen KP (2019), hormon ini termasuk kedalam golongan obat keras, sehingga dilarang penggunaan dalam kegiatan budidaya ikan di Indonesia. Sehingga perlu dicari bahan alternatif untuk maskulinisasi. Salah satu bahan alternatif yang telah diuji dapat meningkatkan jumlah ikan jantan adalah tumbuhan purwoceng (*Pimpinella alpina*) (Nurkhasana, 2015; Arfah *et al.*, 2013; Rohmy *et al.*, 2018; Matondang *et al.*, 2018; Putra, 2011; Pradana *et al.*, 2017).

1.3. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama waktu perendaman larva ikan guppy dalam larutan ekstrak purwoceng terhadap jumlah ikan guppy jantan. Kegunaan penelitian ini adalah dapat memberikan informasi lama waktu maskulinisasi ikan guppy menggunakan ekstrak purwoceng.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N., Wibowo, E.S. dan Fabanjo, M.A., 2021. Pengaruh perendama larva ikan komet (*Carasius auratus*) dalam larutan ekstrak purwoceng terhadap pertumbuhan dan persentasi individu betina. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan*, 14(2), 360-366.
- Arfah, H., Tri, S.D. dan Asep, B., 2013. Maskulinisasi ikan cupang (*Betta splendens*) melalui perendaman embrio dalam ekstrak purwoceng (*Pimpinella alpina*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 12(2), 144-149.
- Baroiller, J.F. and Cotta, D.H., 2016. The reversible sex of gonochoristic fish: insights and consequences. *Sexual Development*, 10(5-6), 242-266.
- Basavaraja, N., Chandrashekhara, B.H. and Ahamad, R.M., 2014. Norethindrone-induced masculinization and progeny testing in guppy, *Poecilia reticulata* (Peters 1859), *Indian Journal of Experimental Biology*, 52, 232-236.
- Boyd, C.B. and Tucker, C.S., 1998. *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Chakraborty, S.B., Molnár, T. and Hancz, C., 2012. Effects of methyltestosterone, tamoxifen, genistein and Basella alba extract on masculinization of guppy (*Poecilia reticulata*). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2(12), 048-052.
- Darwati, I. dan Roostika, I., 2006. Status penelitian purwoceng (*Pimpinella alpina* Molk.) di Indonesia. *Buletin Plasma Nutfah*, 12(1), 9-15.
- Devlin, R. H. and Nagahama, Y., 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture*, 208(3-4), 191-364.
- Dwinanti, S.H., Putra, M.H. dan Sasanti, A.D., 2018. Pemanfaatan air kelapa (*Cocos nucifera*) untuk maskulinisasi ikan guppy (*Poecilia reticulata*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 6(2), 117-122.
- Effendi, H., 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: PT. Kanisius.
- Effendie, M.I., 2002. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusatama.
- Fernando, A.A. and Phang, V.P.E., 1985. Culture of the guppy, *Poecilia reticulata*, in Singapore. *Aquaculture*, 51(1), 49-63.

- George, T., Pandian, T.J., 1995. Production of ZZ females in the female-heterogametic black molly, *Poecilia sphenops*, by endocrine sex reversal and progeny testing. *Aquaculture*, 136, 81–90.
- Gilman, C.I., Leusch, F.D., Breckenridge, W.C. and Maclatchy, D.L., 2003. Effects of a phytosterol mixture on male fish plasma lipoprotein fractions and testis P450_{scc} activity. *General and Comparative Endocrinology*, 130(2), 172-184.
- Golan, M. and Sivan, L.B., 2014. Artificial masculinization in tilapia involves androgen receptor activation. *General and Comparative Endocrinology*, 207, 50-55.
- Gunawan, D., 1999. Ramuan Tradisional untuk Keharmonisan Suami Istri. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Homklin, S., Watanodorn, T., Ong, S.K. and Limpiyakorn, T., 2009. Biodegradation of 17 α -methyltestosterone and isolation of MT-degrading bacterium from sediment of Nile tilapia masculinization pond. *Water Science and Technology*, 59, 261–265.
- Ibrahim, Y., Hasanah, U. dan Erlita, E., 2018. Optimalisasi konsentrasi hormon 17 α -metiltestosteron terhadap perubahan nisbah kelamin jantan ikan lele sangkuriang (*Clarias* sp.). *Jurnal Akuakultura Universitas Teuku Umar*, 2(1), 44-51.
- Kamaszewski, M., Skrobisz, M., Wójcik, M., Kawalski, K., Szczepański, A., Bujarski, P., Szudrowicz, H., Herman, A.P. and Martynow, J., 2020. The role of transcription factors in gonad development and sex differentiation of a teleost model fish-guppy (*Poecilia reticulata*). *Animals*, 10(12), 2401.
- Kavumpurath, S. and Pandian, T.J., 1993a. Production of a YY female guppy, *Poecilia reticulata*, by endocrine sex reversal and progeny testing. *Aquaculture*, 118(3-4), 183-189.
- Kavumpurath, S., Pandian, T.J., 1993b. Masculinization of *Poecilia reticulata* by dietary administration of synthetic or natural androgen to gravid females. *Aquaculture*, 116, 83–89.
- Maclatchy, D., Peters, L., Nickle, J. and Vanderkraak, G., 1997. Exposure to β -sitosterol alters the endocrine status of goldfish differently than 17 β estradiol. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 16(9), 1895-1904.
- Maclatchy, D.L. and Vanderkraak, G.J., 1995. The phytoestrogen β -sitosterol alters the reproductive endocrine status of goldfish. *Toxicology and applied pharmacology*, 134(2), 305-312.

- Mafruchati, M., 2023. *Purwoceng Terhadap Embryogenesis Dan Organogenesis Hewan*. Sidoarjo: Zifatama Jawara. Tersedia di: https://www.google.co.id/books/edition/Purwoceng_Terhadap_Embriogenesis_Dan_Org/sdzVEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=purwoceng&pg=PA171&printsec=frontcover.
- Malik, T., Syaifudin, M. dan Amin, M., 2019. Maskulinisasi ikan guppy (*Poecilia reticulata*) melalui penggunaan air kelapa (*Cocos nucifera*) dengan konsentrasi berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 7(1), 13-24.
- Mardiana, 2009. Teknologi pengarahkan kelamin ikan menggunakan madu. *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 1(1), 37-43.
- Matondang, A.H., Basuki, F. dan Nugroho, R.A., 2018. Pengaruh lama perendaman induk betina dalam ekstrak purwoceng (*Pimpinella alpina*) terhadap maskulinisasi ikan guppy (*Poecilia reticulata*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 7(1), 10-17.
- Mlalila, N., Mahika, C., Kalombo, L., Swai, H. and Hilonga, A., 2015. Human food safety and environmental hazards associated with the use of methyltestosterone and other steroids in production of all-male tilapia. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 4922-4931.
- Mousavi-Sabet, H., Langroudi, H.F. and RohaniRad, M., 2012. Sex reversal, mortality rate and growth of guppy (*Poecilia reticulata*) affected by 17-alpha methyltestosterone. *Poeciliid Research*, 2(1), 1-8.
- Ma'mun, S.S., Manoi, F., Sembiring, B.S., Tritianingsih, M.S., Gani, A., Tjitjah, F., dan Kustiwa, D., 2006. Teknik pembuatan simplisia dan ekstrak purwoceng. *Laporan Pelaksanaan Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik*, 314-324.
- National Center for Biotechnology Information., 2023. *PubChem Compound Summary for CID 5280794, Stigmasterol* [Online]. Available at: from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Stigmasterol> [Accessed 27 December 2023].
- National Center for Biotechnology Information., 2023. *PubChem Substance Record for SID 481107734, Beta-Sitosterol* [Online]. Available at: from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/substance/481107734> [Accessed 27 December 2023].
- Nasihun, T. dan Widayati, E., 2016. Administration of purwoceng (*Pimpinella alpina* Molck) improves oxidative stress biomarker following UVC irradiation in spargue-dawley male rats. *Journal of natural remedies*, 115-124.

- Nurkhasanah, A., 2015. *Maskulinisasi Ikan Pelangi (Iriatherina wernerii) Melalui Perendaman Embrio Dalam Ekstrak Tanaman Purwoceng (Pimpinella Alpina)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Nuryadin, E. and Nabiila, A., 2018. Potential development of purwoceng (*Pimpinella pruatjan molk or pimpinella alpine kds*) plant scale industry using in-vitro culture technique by means of rooting induction. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 3(3), 92-96.
- Pandian, T.J. and Sheela, S.G., 1995. Hormonal induction of sex reversal in fish. *Aquaculture*, 138(1-4), 1-22.
- Permen KP., 2019. *Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 1/Permen-Kp/2019 Tentang Obat Ikan*. Jakarta: Menteri Kelautan Perikanan Republik Indonesia.
- Piferrer, F. and Donaldson, E.M., 1989. Gonadal differentiation in coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, after a single treatment with androgen or estrogen at different stages during ontogenesis. *Aquaculture*, 77(1989), 251-262.
- Piferrer, F. and Lim, L.C., 1997. Application of sex reversal technology in ornamental fish culture. *Aquarium Sciences and Conservation*, 1, 113-118.
- Piferrer, F., 2001. Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish. *Aquaculture*, 197(1-4), 229-281.
- Pradana, F.M., Basuki, F. dan Nugroho, R.A., 2017. Pengaruh ekstrak purwoceng (*Pimpinella alpina*) terhadap jantanisasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan lama perendaman larva yang berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(4), 85-94.
- Putra, S., 2011. *Maskulinisasi Ikan Nila (Oreochromis niloticus) Melalui Perendaman dalam Ekstrak Purwoceng (Pimpinella alpina)*. Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Qasimi, M. I., Mohibbi, H., Nagaoka, K. and Watanabe, G., 2018. Effects of Phytosterols as food additives on adrenal and reproductive endocrine function during sexual maturation in male Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *The Journal of Poultry Science*, 55(2), 155-161.
- Rajendiran, P., Jaafar, F., Kar, S., Sudhakumari, C., Senthilkumaran, B. and Parhar, I. S. 2021., Sex determination and differentiation in teleost: Roles of genetics, environment, and brain. *Biology*, 10(10), 973.
- Rohmy, S., Camar, O. dan Junior, M.Z., 2018. *Maskulinisasi Ikan Hias Sinodontis (Synodontis eupterus) Melalui Perendaman Embrio Menggunakan Ekstrak Purwoceng (Pimpinella alpina)*. Tesis. Institut Pertanian Bogor.

- Saini, R.K., Song, M.H., Yu, J.W., Shang, X. and Keum, Y.S. Phytosterol profiling of apiaceae family seeds spices using GC-MS. *Foods*, 10(10), 2378
- Sarida, M., Putra, D.D. dan Marsewi, H.S.Y., 2011 Produksi monoseks guppy (*Poecilia reticulata*) jantan dengan perendaman induk bunting dan larva dalam propolis berbagai aras dosis. *Zoo Indonesia*, 20(2), 1-10.
- Sentosa, R.D., Tang, U.M. dan Pamukas, N.A., 2023. Pengaruh Pemberian Ekstrak Purwoceng (*Pimpinella alpina*) dengan Metode Perendaman terhadap Maskulinisasi Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*). *Ilmu Perairan*, 11(3), 166-174.
- Suzery, M., Cahyono, B., dan Taufkiqqurahman, T., 2005. *Produksi Senyawa Afrodisiak Dari Purwoceng (Pimpinella alpina Molk): Pengembangan Potensi" Natural Resources" Khas Jawa Tengah*. Laporan Akhir Hibah Bersaing. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro.
- Svobodová, Z., Lloyd, R., Máchová, J. and Vykusová, B., 1993. *Water quality and fish health EIFAC Technical Paper. No. 54*. Rome; FAO.
- Tran, N.K., Kwan, T.N., Purser, J. and Patil, J.G., 2022. Masculinization of adult *Gambusia holbrooki*: a case of recapitulation of protogyny in a gonochorist?. *Biology*, 11(5), 694.
- Wahyuningrum, R., Utami, P.I., Dhiani, B.A., Kumalasari, M. dan Kusumawardani, R.S., 2016. Screening of potential free radicals scavenger and antibacterial activities of purwoceng (*Pimpinella alpina* Molk). *Tropical life sciences research*, 27(supp1), 161.
- Weber, G.M. and Leeds, T.D., 2022. Effects of duration and timing of immersion in 17 α -methyltestosterone on sex reversal of female rainbow trout. *Aquaculture Reports*, 23, 101014.
- Wu, J., Cao, Z., Hassan, S.S., Zhang, H., Ishaq, M., Yu, X., Yan, S., Xiao, X. and Jin, H.Z., 2023. Emerging biopharmaceuticals form *Pimpinella* genus. *Molecules*, 28(4), 1571.
- Yamazaki, F., 1983. Sex control and manipulation in fish. *Aquaculture*, 33(1-4), 329-354.
- Yúfera, M. and Darias, M.J., 2007. The onset of exogenous feeding in marine fish larvae. *Aquaculture*, 268(1-4), 53-63.