

**HASIL PENELITIAN****MASKULINISASI IKAN CUPANG (*Betta splendens*) DENGAN PEMBERIAN EKSTRAK TEPUNG BIJI DURIAN (*Durio zibethinus Murr.*)**

*Masculinization of Betta Fish (*Betta splendens*) Using Durian (*Durio zibethinus Murr.*) Seed Flour Extract*

**Noor Syarifuddin Yusuf\*, Muhammad Noor Yasin dan Supriyudi**

Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian UPR

\*corresponding author: [noorsyarifuddinyusuf71@gmail.com](mailto:noorsyarifuddinyusuf71@gmail.com)

**(Diterima/Received : 15 Desember 2025, Disetujui/Accepted: 24 Januari 2026)**

**ABSTRAK**

Tingginya nilai ekonomi ikan Cupang jantan (*Betta splendens*) mendorong pengembangan teknik untuk meningkatkan proporsi kelamin jantan dalam produksi budidaya. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah melalui teknik maskulinisasi pada fase awal perkembangan larva menggunakan bahan alami. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ekstrak tepung biji durian (*Durio zibethinus Murr.*) terhadap maskulinisasi larva ikan Cupang melalui metode perendaman. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan, yaitu perlakuan A (0,5 mg/L metil testosteron), perlakuan B (20 mg/L ekstrak tepung biji durian), perlakuan C (30 mg/L ekstrak tepung biji durian), dan perlakuan D (40 mg/L ekstrak tepung biji durian). Larva ikan Cupang berumur 7–10 hari direndam selama 6 jam. Parameter yang diamati meliputi nisbah kelamin jantan dan tingkat kelangsungan hidup. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase kelamin jantan tertinggi diperoleh pada perlakuan C (30 mg/L) sebesar 85,71%, diikuti perlakuan B sebesar 83,33%, perlakuan A sebesar 76,39%, dan perlakuan D sebesar 72,22%. Kelangsungan hidup tertinggi diperoleh pada perlakuan D sebesar 53,33%. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap nisbah kelamin jantan ( $p = 0,904$ ) maupun kelangsungan hidup larva ( $p = 0,590$ ). Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak tepung biji durian berpotensi sebagai bahan alami dalam proses maskulinisasi ikan Cupang, meskipun diperlukan penelitian lanjutan untuk menentukan dosis yang lebih optimal.

Kata kunci: Ikan Cupang, Maskulinisasi, Ekstrak Biji Durian, Nisbah Kelamin, Kelangsungan Hidup.

**ABSTRACT**

*The high economic value of male betta fish (*Betta splendens*) encourages the development of techniques to increase the proportion of males in aquaculture production. One of the approaches used is sex reversal through hormonal or natural compounds during early larval development. This study aimed to evaluate the effect of durian seed (*Durio zibethinus Murr.*) flour extract on the masculinization of betta fish larvae through immersion treatment. The experiment used a completely randomized design with four treatments and three replications, consisting of A (0.5 mg/L methyltestosterone), B (20 mg/L durian seed flour extract), C (30 mg/L durian seed flour extract), and D (40 mg/L durian seed flour extract). Larvae aged 7–10 days were immersed for 6 hours. The observed parameters included male sex ratio and survival rate. The results showed that the highest male ratio was obtained in treatment C (30 mg/L) with 85.71%, followed by treatment B (83.33%), treatment A (76.39%), and treatment D (72.22%). The highest survival rate was recorded in treatment D (53.33%). Statistical analysis indicated that the treatments had no significant effect on male sex ratio ( $p = 0.904$ ) and survival rate ( $p = 0.590$ ). These results indicate that durian seed flour extract has potential as a natural agent for betta fish masculinization, although further studies are needed to determine the optimal dosage and application method.*

*Keywords: Betta Fish, Masculinization, Durian Seed Extract, Sex Ratio, Survival Rate*

## PENDAHULUAN

ikan hias yang memiliki banyak bentuk terutama pada bentuk ekor, seperti tipe mahkota (crown tail), ekor penuh (full tail) dan slayer. Ikan hias ini juga memiliki perbedaan harga antara ikan jantan dan betina. Ikan jantan sendiri memiliki harga yang lebih tinggi atau mahal daripada betina. Hal ini disebabkan ikan jantan memiliki keunggulan dari morfologi dan warnanya sehingga menjadi nilai estetika. Ikan betina memiliki warna yang kurang menarik, perut gemuk, serta sirip ekor dan sirip anal pendek, sehingga harga jual ikan betina lebih rendah dari ikan jantan. Ikan jantan lebih banyak peminat dan diburu para pecinta ikan hias, sehingga lebih efektif dan menguntungkan apabila hanya memproduksi dan dipelihara jantannya saja (Zairin, 2002). Namun, kendala budidaya yang dialami para peternak atau pembudidaya adalah susah untuk mendapatkan benih jantan, karena jumlah benih jantan yang diperoleh setiap pemijahan sangat rendah dan kualitasnya tidak sesuai yang diinginkan (Yustina et al., 2003).

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan populasi jantan ikan Cupang adalah melalui sex reversal dengan teknik jantanisasi ikan. Metode sex reversal merupakan suatu teknologi untuk membalikkan arah perkembangan kelamin menjadi berlawanan. Teknik tersebut dapat dilakukan untuk memperoleh populasi monoseks jantan yang dapat mengubah fenotipe ikan tetapi tidak mengubah genotipenya (Zairin, 2002). Salah satu caranya adalah dengan penggunaan hormon steroid pada ikan yang belum terdiferensiasi jenis kelaminnya (Pandian dan Kavumpurath, 2008). Penggunaan hormon merupakan metode langsung yang dapat diterapkan dalam memperoleh populasi monoseks.

Teknik jantanisasi pada ikan dapat dilakukan melalui manipulasi hormonal dengan pemberian hormon androgen pada fase awal perkembangan gonad (Penman & McAndrew, 2000; Beardmore et al., 2001). Salah satu hormon androgen yang umum digunakan dalam proses maskulinisasi ikan adalah  $17\alpha$ -methyltestosterone (MT) karena efektif meningkatkan proporsi ikan jantan pada berbagai spesies ikan budidaya. Namun demikian, penggunaan hormon  $17\alpha$ -MT dalam kegiatan budidaya ikan di Indonesia telah dilarang melalui Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor KEP.52/MEN/2014 karena berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan ikan dan lingkungan perairan (Contreras-Sánchez, 2010).

Beberapa bahan alami telah digunakan dalam proses maskulinisasi ikan sebagai alternatif pengganti hormon sintesis. Bahan-bahan tersebut antara lain ekstrak kayu sandreggo (Alfian, 2003), madu (Soelistyowati et al., 2007), Tribulus terrestris (Cek et al., 2007), tepung testis sapi (Iskandar, 2010), serta ekstrak purwoceng (*Pimpinella alpina*) (Putra, 2011). Bahan-bahan alami tersebut diketahui mengandung senyawa bioaktif seperti steroid alami, fitosterol, dan

saponin yang berpotensi mempengaruhi sistem endokrin ikan sehingga dapat meningkatkan proporsi kelamin jantan.

Biji durian (*Durio zibethinus* Murr.) diketahui mengandung senyawa alkaloid seperti yohimbin yang berpotensi sebagai afrodisiak atau peningkat libido pada pria (Muchtolib et al., 2005). Penelitian lain menunjukkan bahwa ekstrak biji durian mampu meningkatkan aktivitas seksual pada mencit jantan (Setyorini et al., 2012). Peningkatan aktivitas seksual tersebut diduga berkaitan dengan kandungan alkaloid yang dapat merangsang produksi hormon androgen, khususnya testosteron. Testosteron berperan penting dalam proses spermatogenesis di tubulus seminiferus, yaitu dalam perkembangan spermatosit primer menjadi spermatid (Norris, 1980) serta dalam proliferasi dan diferensiasi sel-sel spermatogenik (Geneser, 1994).

Dalam teknik sex reversal, hormon dapat diberikan melalui dua cara yaitu perendaman dan melalui pakan buatan (oral). Pemberian melalui oral memiliki kelemahan yaitu keterbatasan benih ikan yang dapat menerima pakan buatan dan pemberian hormon melalui oral maka pakan akan melewati saluran pencernaan sehingga ada kemungkinan terjadi degradasi hormon oleh enzim pencernaan sehingga hormon menjadi rusak sebelum bekerja (Zairin, 2002). Benih yang baru menetas umumnya berukuran kecil dan kurang menyukai pakan buatan.

Metode perendaman merupakan salah satu metode alternatif dalam teknik manipulasi kelamin ikan yang dapat mengatasi beberapa kelemahan pemberian hormon melalui pakan (oral). Melalui metode ini, hormon dapat masuk ke dalam tubuh ikan melalui proses difusi melalui insang dan jaringan tubuh larva (Zairin, 2002). Metode perendaman telah banyak diterapkan pada berbagai spesies ikan air tawar seperti ikan nila, ikan mas, dan ikan gurami (Zairin et al., 2002), ikan tetra kongo (*Phenacogrammus interruptus*) (Arfah et al., 2002), serta ikan pelangi Irian (*Melanotaenia boesemani*) (Haryani & Sulawesty, 2003).

Penelitian mengenai maskulinisasi ikan Cupang (*Betta splendens*) hingga saat ini masih banyak berfokus pada penggunaan hormon androgen sintesis sebagai agen tunggal dalam proses pengalihan kelamin. Hormon androgen seperti  $17\alpha$ -methyltestosterone (MT) diketahui efektif dalam meningkatkan proporsi kelamin jantan pada berbagai spesies ikan melalui manipulasi hormon pada fase awal diferensiasi gonad (Pandian & Sheela, 1995; Beardmore et al., 2001). Namun demikian, penggunaan hormon sintesis secara terus-menerus menimbulkan berbagai kekhawatiran terkait dampaknya terhadap kesehatan ikan serta potensi pencemaran lingkungan perairan (Devlin & Nagahama, 2002).

Seiring dengan meningkatnya perhatian terhadap aspek keamanan lingkungan dalam kegiatan budidaya, beberapa penelitian mulai mengkaji pemanfaatan bahan alami sebagai alternatif atau agen tambahan dalam proses maskulinisasi ikan. Salah satu

bahan alami yang telah diuji adalah madu yang mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid dan mineral yang berpotensi mempengaruhi sistem endokrin ikan. Penelitian yang dilakukan oleh Soelistyowati et al. (2007) melaporkan bahwa pemberian madu melalui metode perendaman larva mampu meningkatkan proporsi ikan jantan pada ikan nila.

Meskipun demikian, penelitian yang mengkaji pemanfaatan bahan alami lokal sebagai agen maskulinisasi pada ikan cupang masih relatif terbatas. Hingga saat ini, kajian mengenai penggunaan ekstrak biji durian (*Durio zibethinus* Murr.) dalam proses maskulinisasi ikan Cupang, khususnya melalui metode perendaman larva pada fase awal perkembangan gonad, masih jarang dilaporkan dalam literatur ilmiah. Oleh karena itu, penelitian mengenai pemanfaatan ekstrak biji durian sebagai agen alami dalam proses maskulinisasi ikan cupang menjadi penting untuk dilakukan guna mengembangkan teknologi manipulasi kelamin yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Keterbatasan penelitian mengenai penggunaan bahan alami lokal dalam teknologi maskulinisasi ikan menunjukkan adanya kesenjangan penelitian dalam pengembangan metode manipulasi kelamin ikan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Pemanfaatan ekstrak biji durian sebagai bahan tambahan dalam proses maskulinisasi berpotensi menjadi inovasi baru dalam teknologi reproduksi ikan hias, sekaligus mendukung pemanfaatan limbah pertanian bernilai tambah.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh pemberian ekstrak tepung biji durian pada larva ikan Cupang melalui metode perendaman terhadap keberhasilan maskulinisasi yang diukur melalui persentase rasio kelamin jantan dan tingkat kelangsungan hidup larva. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan teknologi manipulasi kelamin ikan berbasis bahan alami.

## METODE PENELITIAN

### Waktu Dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 40 hari pada bulan Oktober sampai dengan bulan November 2021 di Laboratorium Basah Program Studi Budidaya Perairan Jurusan Perikanan Universitas Palangka Raya.

### Alat Dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi toples, DO meter, pH meter, serokan ikan, penggaris, dan timbangan digital. Selain itu, diperlukan pula alat tulis, kamera atau HP, mikroskop, serta penggerus untuk mendukung proses pengambilan dan pengolahan data.

Sementara itu, bahan-bahan yang dipersiapkan terdiri dari larva ikan cupang, *Daphnia*, dan cacing sutra

sebagai komponen biologis utama. Bahan kimia dan nutrisi tambahan yang digunakan meliputi  $17\alpha$ -metil testosteron, ekstrak tepung biji durian, alkohol 95%, serta asetokarmin.

### Prosedur Penelitian

#### Pembuatan Larutan Hormon

Hormon  $17\alpha$ -metil testosteron ( $17\alpha$ -MT) dengan dosis 0,5 mg/ 1 liter air dilarutkan dengan alkohol kemudian digunakan dalam wadah plastik dengan volume 1 liter. Sedangkan untuk pembuatan biji durian menjadi tepung pertama dengan mencuci biji buah durian hal ini dilakukan untuk menghilangkan kotoran atau sisa dari daging buah durian, agar tepung yang dihasilkan tidak terkontaminasi dengan bahan yang lain.

#### Pemijahan Ikan Cupang

Pemijahan ikan Cupang diawali dengan pemilihan induk jantan dan betina yang telah matang gonad. Indukan matang gonad yang telah dipilih selanjutnya ditimbang. Setelah itu, induk jantan dimasukkan ke dalam wadah dengan volume 3.5 liter yang telah disiapkan dan diberi plastik bening berukuran 5 x 5 cm<sup>2</sup> sebagai tempat induk jantan membuat sarang busa (bubblenest).

Induk betina dimasukkan ke dalam baskom namun dipisahkan dengan wadah transparan. Setelah terbentuk bubblenest induk betina disatukan dengan induk jantan dalam baskom. Keesokan harinya setelah pemijahan selesai, induk betina ditimbang sedangkan induk jantan dibiarkan menjaga telur-telurnya hingga menetas.

#### Persiapan Wadah Pemeliharaan

Persiapan wadah pemeliharaan dimulai dengan pembersihan toples, wadah tersebut dicuci menggunakan air bersih mengalir, setelah dibilas dengan air bersih dan dilakukan pemasangan label perlakuan sesuai rancangan penelitian dan pengisian air dengan volume 3,5 L.

#### Perendaman Larva

Proses perendaman larva dalam pemberian ekstrak tepung biji durian dilakukan sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan. Larva ikan cupang yang digunakan dalam penelitian ini berumur 7–20 hari dengan kepadatan pemeliharaan sebanyak 10 ekor larva per liter media perendaman. Kepadatan tersebut masih berada dalam batas toleransi larva ikan cupang selama proses perlakuan (Irmasari, 2012). Lama waktu perendaman dilakukan selama 6 jam, dan selama proses tersebut diamati tingkat kelangsungan hidup larva. Setelah proses perendaman selesai, larva kemudian dipindahkan ke wadah pemeliharaan untuk proses pemeliharaan lebih lanjut.

#### Pemeriksaan Gonad Ikan Uji

Identifikasi jenis kelamin dilakukan secara menggerus larva sampai hancur atau lunak selanjutnya

diberi beberapa tetes larutan asetokarmin dan diamati dengan menggunakan mikroskop, Gambar hasil pengamatan dari mikroskop untuk menentukan nisbah kelamin jantan dan betina. (Zairin, 2002). Ikan dari masing-masing perlakuan dan setiap ulangan diamati satu per satu sehingga diperoleh data nisbah kelamin berdasarkan identifikasi.

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini terdiri atas kontrol dan perlakuan dengan dosis yang sama yaitu 2 mg/L, (17 $\alpha$ -MT), dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah perendaman larva ikan Cupang umur 7-10 hari perlakuan yang diberikan adalah banyaknya pemberian ekstrak tepung biji durian (*Durio zibethinus* Mur) dengan perbandingan dosis yang sudah ditentukan sebelumnya.

Perlakuan yang diberikan adalah sebagai berikut:

A: Perendaman larva ikan Cupang 17 $\alpha$ -MT 0,5 mg/L selama 6 jam.

B: Perendaman larva ikan Cupang 20 mg/L tepung biji durian(TBD) selama 6 jam.

C: Perendaman larva ikan Cupang 30 mg/L tepung biji durian (TBD) selama 6 jam

D: Perendaman larva ikan Cupang 40 mg/L tepung biji durian (TBD) selama 6 jam.

### Parameter yang Diamati

#### Persentase Ikan Jantan dan Ikan Betina

Perhitungan persentase ikan jantan adalah sebagai berikut:

$$\text{Persen (\%)} \text{ Ikan Jantan} = \frac{\sum \text{Ikan Jantan}}{\sum \text{Total ikan}} \times 100\%$$

### Survival Rate

Survival Rate (SR) merupakan pengukuran tingkat kelangsungan hidup pada ikan dimana terdapat perbandingan antara jumlah individu yang hidup pada akhir perlakuan dengan jumlah individu yang hidup pada awal perlakuan. Perhitungan SR menggunakan rumus di bawah ini :

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan :

SR : Tingkat kelulushidupan (%)  
Nt : Jumlah ikan setelah perlakuan  
No : Jumlah ikan awal perlakuan

### Kualitas Air

Pengukuran kualitas air meliputi Oksigen terlarut (DO), suhu air dan pH. Suhu diukur menggunakan termometer, oksigen terlarut menggunakan DO meter, pH dengan pH meter.

### Analisis Data

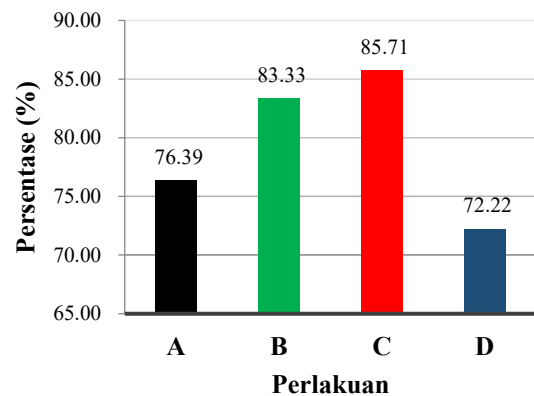
Data yang diperoleh berupa kelangsungan hidup saat perendaman, persentase ikan Cupang jantan, dan kelangsungan hidup saat pemeliharaan dianalisis secara statistik menggunakan analisa sidik ragam (ansira) dengan tingkat kepercayaan 95%. Apabila data menunjukkan berpengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut terkecil (BNT). Data kualitas air dianalisa secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### Nisbah Kelamin Jantan

Hasil identifikasi gonad larva Ikan Cupang dengan menggunakan metode acetokarmin diperoleh data nisbah kelamin Jantan yang disajikan pada Gambar 1 di bawah ini.



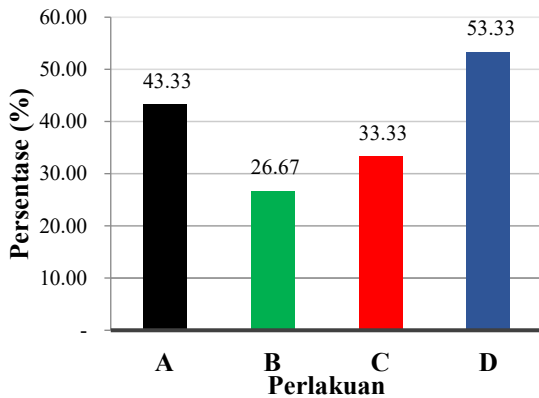
Gambar 1. Nisbah Kelamin Jantan Larva Ikan Cupang diakhir Pengamatan

Gambar 1 memperlihatkan nisbah kelamin jantan larva ikan Cupang yang tertinggi terdapat pada perlakuan C (30 mg/L TBD) yaitu sebesar 85,71%, perlakuan B (20 mg/L MT) sebesar 83,33%, perlakuan A (0,5 mg/L MT) sebesar 76,39% dan yang terakhir perlakuan D (40 mg/L TBD) sebesar 72,22 %.

Pengujian sidik ragam atau Anova pada nisbah kelamin ikan jantan dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap persentase larva ikan jantan Cupang yang disajikan pada Lampiran 3 memperlihatkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak berpengaruh terhadap nisbah kelamin larva ikan Cupang karena nilai signifikansi ( $p = 0,904$ ) > 0,05 sehingga dapat dikatakan keempat perlakuan tidak terdapat perbedaan pada nisbah kelamin jantan larva ikan Cupang

### Kelangsungan Hidup

Pengamatan terhadap larva ikan Cupang dilakukan setelah proses perendaman selama 6 jam sehingga diperoleh data kelangsungan hidup pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Kelangsungan Hidup Larva Cupang diakhir Pengamatan

Gambar 2 memperlihatkan kelangsungan hidup tertinggi terdapat pada perlakuan D (40 mg/L TBD) yaitu sebesar 53,33%, perlakuan A (0,5 mg/L MT) sebesar 43,33%, perlakuan C (30 mg/L TBD) sebesar 33,33% dan yang terakhir perlakuan B (20 mg/L TBD) sebesar 26,67%.

Pengujian sidik ragam atau Anova pada kelangsungan hidup atau survival Rate untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap larva ikan Cupang yang disajikan pada Lampiran 3 memperlihatkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak berpengaruh terhadap Survival Rate atau kelangsungan hidup larva ikan Cupang karena nilai signifikansi ( $p = 0,590$ )  $> 0,05$  sehingga dapat dikatakan keempat perlakuan tidak terdapat perbedaan pada Survival Rate atau kelangsungan Hidup larva ikan Cupang.

### Kualitas air

Kualitas air merupakan faktor penting dalam budidaya ikan. Pada penelitian ini kualitas air yang diamati adalah pH, suhu, dan oksigen terlarut (DO) yang diukur pada awal dan akhir pemeliharaan. Kualitas air selama penelitian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kualitas Air selama penelitian

Parameter	Satuan	Pengukuran
DO	Mg/L	4,06 - 4,86
Suhu	$^{\circ}\text{C}$	22 - 24 $^{\circ}\text{C}$
pH	Unit	6,5 - 6,7

Kualitas air yang menjadi media hidup larva Ikan Cupang saat penelitian berlangsung berada pada batas optimum. Pada saat penelitian oksigen terlarut berada pada kisaran 4,06 - 4,86 mg/L, suhu atau temperatur berada pada kisaran 22-24  $^{\circ}\text{C}$  dan pH 6,5-6,7 yang menunjukkan pada kisaran toleransi kehidupan ikan Cupang.

### Pembahasan

#### Nisbah Kelamin Jantan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase nisbah kelamin jantan tertinggi diperoleh

pada perlakuan C (30 mg/L ekstrak tepung biji durian) dengan nilai 85,71%, diikuti perlakuan B (20 mg/L MT) sebesar 83,33%, perlakuan A (0,5 mg/L MT) sebesar 76,39%, dan terendah pada perlakuan D (40 mg/L ekstrak tepung biji durian) sebesar 72,22%.

Secara statistik, hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak berpengaruh nyata terhadap nisbah kelamin jantan larva ikan Cupang ( $p > 0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat perbedaan nilai persentase antar perlakuan, namun variasi tersebut secara statistik masih berada dalam kisaran yang tidak signifikan.

Persentase kelamin jantan yang relatif tinggi pada perlakuan ekstrak tepung biji durian diduga berkaitan dengan adanya kandungan senyawa bioaktif dalam biji durian yang berpotensi mempengaruhi sistem endokrin ikan. Biji durian diketahui mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, saponin, fenolik, dan fitosterol yang memiliki aktivitas biologis tertentu terhadap sistem hormonal organisme (Ho & Bhat, 2015). Senyawa fitosterol memiliki struktur kimia yang menyerupai hormon steroid sehingga berpotensi mempengaruhi proses diferensiasi gonad pada ikan melalui mekanisme modulasi hormon androgen.

Proses diferensiasi kelamin pada ikan sangat dipengaruhi oleh keseimbangan hormon androgen dan estrogen selama fase awal perkembangan gonad. Pemberian hormon androgen atau senyawa yang memiliki aktivitas androgenik pada fase kritis perkembangan gonad dapat mengarahkan diferensiasi gonad menuju kelamin jantan (Devlin & Nagahama, 2002). Hal ini menjelaskan mengapa perlakuan dengan ekstrak tepung biji durian pada dosis tertentu mampu menghasilkan persentase jantan yang cukup tinggi meskipun secara statistik tidak berbeda nyata dengan perlakuan hormon sintetis.

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penggunaan bahan alami yang mengandung senyawa fitokimia dapat mempengaruhi rasio kelamin ikan. Baroiller dan D'Cotta (2016) menyatakan bahwa senyawa fitoestrogen maupun fitoandrogen yang terdapat pada tanaman dapat berperan dalam memodulasi sistem endokrin ikan sehingga mempengaruhi proses diferensiasi gonad. Selain itu, penelitian oleh Pandian dan Sheela (1995) juga menjelaskan bahwa keberhasilan proses maskulinisasi sangat dipengaruhi oleh waktu pemberian perlakuan, dosis hormon, serta sensitivitas larva pada fase diferensiasi gonad.

Persentase jantan yang relatif tinggi pada perlakuan dengan ekstrak biji durian juga menunjukkan potensi bahan alami ini sebagai agen tambahan dalam teknologi maskulinisasi ikan hias. Meskipun demikian, tidak adanya perbedaan signifikan antar perlakuan menunjukkan bahwa dosis ekstrak yang digunakan dalam penelitian ini kemungkinan masih berada dalam kisaran toleransi biologis larva sehingga belum

memberikan efek yang berbeda secara nyata terhadap diferensiasi kelamin.

Fenomena serupa juga dilaporkan pada ikan Lele Amerika (*Ictalurus punctatus*) yang diberi perlakuan hormon  $17\alpha$ -methyltestosterone dengan tujuan menghasilkan populasi ikan jantan yang lebih dominan. Namun demikian, pada beberapa penelitian justru diperoleh populasi ikan dengan proporsi betina yang lebih tinggi. Kondisi tersebut diduga disebabkan oleh pemberian dosis hormon yang terlalu tinggi sehingga mempengaruhi proses diferensiasi gonad ikan (Zairin, 2002). Selain itu, pada ikan lele Amerika diduga terdapat aktivitas enzim aromatase yang mampu mengkonversi hormon androgen menjadi estrogen. Enzim aromatase berperan dalam proses konversi androgen menjadi estradiol- $17\beta$  yang selanjutnya berfungsi sebagai hormon estrogen dalam tubuh ikan (Callard et al., 1990).

Aktivitas aromatase yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan produksi estrogen sehingga merangsang pembentukan gonad betina. Fenomena serupa juga diduga dapat terjadi pada ikan Cupang (*Betta splendens*), di mana keberadaan enzim aromatase dapat mengubah androgen menjadi estrogen sehingga mempengaruhi proses diferensiasi kelamin (Wulansari, 2002).

Pada sebagian besar ikan, proses fertilisasi berlangsung secara eksternal sehingga perkembangan embrio dan diferensiasi jaringan, termasuk gonad, terjadi di lingkungan perairan (Tave, 1992). Kondisi ini menyebabkan proses perkembangan embrio dan diferensiasi kelamin ikan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Proses diferensiasi kelamin pada ikan teleostei diketahui memiliki sifat yang relatif labil sehingga mudah dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti suhu, hormon, maupun kondisi lingkungan lainnya (Pandian & Sheela, 1995). Meskipun secara genotip jenis kelamin ikan telah ditentukan sejak proses fertilisasi, ekspresi fenotip kelamin baru akan terbentuk seiring dengan perkembangan gonad selama fase diferensiasi (Tave, 1992). Oleh karena itu, manipulasi kelamin ikan dapat dilakukan melalui pemberian hormon steroid pada fase kritis diferensiasi gonad. Prinsip ini menjadi dasar dalam teknik pengarahannya kelamin pada ikan, termasuk dalam kegiatan maskulinisasi ikan cupang. Karena proses diferensiasi kelamin pada ikan bersifat labil dan dipengaruhi oleh lingkungan, intervensi melalui pemberian hormon steroid memungkinkan untuk menghasilkan proporsi kelamin yang diinginkan dalam kegiatan budidaya.

Mekanisme kerja hormon pada metode perendaman (dipping) terjadi melalui proses difusi hormon ke dalam tubuh ikan melalui beberapa organ utama, yaitu kulit, insang, dan saluran pencernaan. Proses penyerapan senyawa terlarut dalam air pada ikan umumnya terjadi secara dominan melalui insang karena organ ini memiliki luas permukaan yang besar dan kontak langsung dengan lingkungan perairan (Connell & Miller, 2006). Sementara itu, penyerapan melalui saluran pencernaan relatif lebih kecil meskipun

sejumlah komponen terlarut dalam air juga dapat masuk ke dalam tubuh ikan melalui mekanisme tersebut. Penyerapan melalui kulit juga dapat terjadi, namun jumlah senyawa yang terserap relatif lebih sedikit dibandingkan melalui insang. Secara morfologis, insang ikan tersusun atas filamen insang yang dilapisi oleh lapisan kutikula tipis dan jaringan epitel yang memungkinkan terjadinya pertukaran zat antara lingkungan perairan dan tubuh ikan. Senyawa terlarut yang kontak dengan permukaan insang akan menembus lapisan mukosa, kemudian masuk ke dalam sel insang dan selanjutnya didistribusikan melalui sistem peredaran darah menuju jaringan target dalam tubuh ikan (Darmono, 2001).

Hormon androgen termasuk dalam kelompok senyawa steroid yang memiliki sifat mudah mengalami metabolisme setelah proses absorpsi dalam tubuh. Senyawa steroid diketahui dapat mengalami metabolisme atau inaktivasi secara relatif cepat di dalam saluran pencernaan sebelum mencapai organ target (Fullerton, 1980). Kondisi tersebut menyebabkan sebagian hormon yang masuk melalui saluran cerna mengalami akumulasi sementara pada organ tertentu seperti pankreas dan selanjutnya mengalami proses metabolisme. Sementara itu, sebagian hormon lainnya dapat diserap melalui lumen usus dan kemudian didistribusikan melalui sistem peredaran darah menuju jaringan atau organ target tempat hormon tersebut menjalankan fungsinya

Teknik sex reversal menggunakan hormon steroid sintetis tidak menyebabkan perubahan pada susunan genetik ikan. Hormon steroid yang diberikan hanya bekerja pada organ atau sel target yang berperan dalam proses diferensiasi gonad tanpa mempengaruhi materi genetik ikan. Dengan demikian, perlakuan hormon hanya mempengaruhi ekspresi fenotip kelamin, sedangkan genotip kelamin tetap tidak berubah (Hulata et al., 1983; Macintosh, 1987). Oleh karena itu, diferensiasi kelamin yang terjadi akibat pemberian hormon merupakan perubahan fenotipik yang bersifat sementara dan tidak diwariskan secara genetik pada generasi berikutnya (Akhmad et al., 2002).

Penelitian ini dilakukan di laboratorium. Meskipun demikian, pada setiap perlakuan tidak diberikan kontrol lingkungan tambahan seperti penggunaan aerasi untuk menjaga kestabilan kelarutan oksigen dan penggunaan termostat untuk menjaga kestabilan suhu. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir kemungkinan faktor lain yang dapat mempengaruhi perubahan kelamin, terutama parameter suhu. Devlin & Nagahama (2002) menyatakan bahwa pada banyak ikan, tinggi rendahnya suhu dapat mempengaruhi pembentukan gonad menjadi jantan atau betina. Suhu yang tinggi cenderung mengarahkan ikan pada pembentukan gonad jantan (testis). Sebaliknya, suhu yang rendah cenderung mengarahkan ikan pada pembentukan gonad betina (ovari). Kenaikan suhu pada rentang 23-29 C° dalam sebagian banyak ikan dapat meningkatkan presentasi populasi ikan jantan dalam satu keturunan. Kestabilan suhu pada derajat yang

tinggi 35 C° memberikan efek yang sangat kuat pada proses maskulinisasi ikan (Baras *et al.* 2000).

### Kelangsungan Hidup Larva

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kelangsungan hidup (survival rate) larva ikan Cupang tertinggi diperoleh pada perlakuan D (40 mg/L ekstrak tepung biji durian) sebesar 53,33%, diikuti perlakuan A (0,5 mg/L MT) sebesar 43,33%, perlakuan C (30 mg/L ekstrak biji durian) sebesar 33,33%, dan terendah pada perlakuan B (20 mg/L) sebesar 26,67%. Namun berdasarkan hasil analisis ANOVA, perlakuan yang diberikan tidak berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup larva ikan Cupang ( $p > 0,05$ ).

Tidak adanya pengaruh signifikan perlakuan terhadap tingkat kelangsungan hidup menunjukkan bahwa pemberian ekstrak tepung biji durian pada dosis yang digunakan dalam penelitian ini tidak bersifat toksik bagi larva ikan Cupang. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa bioaktif yang terkandung dalam biji durian masih berada dalam batas toleransi fisiologis larva ikan. Menurut Francis *et al.* (2002), senyawa metabolit sekunder tanaman seperti flavonoid dan saponin pada dosis tertentu dapat memberikan efek fisiologis tanpa menyebabkan efek toksik pada organisme akuatik.

Selain itu, tingkat kelangsungan hidup larva ikan juga sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kualitas air, kepadatan larva, serta kondisi fisiologis larva selama pemeliharaan. Menurut Boyd (2015), parameter kualitas air seperti oksigen terlarut, suhu, dan pH merupakan faktor penting yang menentukan tingkat kelangsungan hidup ikan pada fase larva.

Rendahnya tingkat kelangsungan hidup pada perlakuan hormon 17 $\alpha$ -methyltestosterone (MT) diduga berkaitan dengan efek fisiologis negatif dari penggunaan hormon tersebut. Penggunaan hormon steroid dalam dosis tinggi diketahui mengganggu fungsi organ vital seperti hati dan ginjal pada organisme vertebrata (Serra *et al.*, 1993 dalam Pandian & Kavumpurath, 1994). Kondisi ini diduga juga dapat terjadi pada larva ikan cupang yang direndam dalam larutan hormon MT, mengingat pada fase larva organ-organ tubuh ikan masih dalam tahap perkembangan sehingga lebih rentan terhadap paparan senyawa hormon. Efek negatif penggunaan hormon MT terhadap kelangsungan hidup ikan juga dilaporkan pada penelitian sex reversal ikan gapi (*Poecilia reticulata*) melalui metode oral pada induk yang menyebabkan seluruh larva yang dihasilkan mengalami kematian sejak awal kelahiran (Riani *et al.*, 2007). Selain itu, penelitian Kirankumar dan Pandian (2002) juga menunjukkan bahwa peningkatan dosis hormon MT dapat menyebabkan kelainan morfologi pada benih ikan serta meningkatkan tingkat kematian dalam waktu 2–3 hari setelah perlakuan hormon.

Kematian benih selama perlakuan diduga berkaitan dengan keberadaan hormon dan pelarutnya di dalam media air yang selanjutnya masuk ke dalam

tubuh ikan melalui insang. Insang merupakan organ utama yang berperan dalam proses pertukaran zat antara tubuh ikan dan lingkungan perairan sehingga senyawa terlarut dalam air dapat dengan mudah diserap oleh tubuh ikan. Organisme akuatik umumnya memiliki tingkat toleransi yang relatif rendah terhadap senyawa organik sintetik yang terlarut dalam air, sehingga pada konsentrasi tertentu senyawa tersebut dapat mengganggu proses metabolisme dan menyebabkan kematian (Connell & Miller, 2006).

Selain itu, kematian benih juga diduga dipengaruhi oleh perubahan kondisi lingkungan selama pemeliharaan. Pada hari keempat setelah perlakuan perendaman selama  $\pm 6$  jam, jumlah benih yang mati cenderung menurun. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh proses pergantian air media pemeliharaan yang sebelumnya mengandung hormon dan pelarut dengan air baru. Perubahan kondisi media pemeliharaan secara tiba-tiba dapat menyebabkan stres fisiologis pada ikan karena organisme akuatik membutuhkan waktu untuk beradaptasi terhadap perubahan kualitas air (Boyd, 2015; Wedemeyer, 1996).

### Kualitas Air

Selama penelitian berlangsung, parameter kualitas air berada dalam kisaran yang masih mendukung kehidupan larva ikan Cupang. Nilai oksigen terlarut berkisar antara 4,06–4,86 mg/L, suhu air berada pada kisaran 22–24°C, dan pH air sekitar 6,5. Kisaran nilai tersebut masih berada dalam batas optimal bagi kehidupan ikan Cupang.

Menurut Boyd (2015), kadar oksigen terlarut yang optimal untuk kehidupan ikan budidaya umumnya berada di atas 4 mg/L. Oksigen terlarut yang cukup diperlukan dalam proses respirasi dan metabolisme ikan sehingga dapat mendukung pertumbuhan serta kelangsungan hidup larva. Selain itu, suhu air juga berperan penting dalam mengatur laju metabolisme dan perkembangan embrio maupun larva ikan.

Nilai pH yang berada pada kisaran netral hingga sedikit asam (6–7) juga masih sesuai dengan kondisi optimal bagi ikan Cupang yang secara alami hidup di perairan rawa atau perairan dengan pH relatif rendah. Menurut Froese dan Pauly (2023), ikan Cupang mampu hidup dengan baik pada kisaran pH antara 6–7,5 dengan suhu optimal sekitar 24–28°C.

Dengan demikian, kondisi kualitas air selama penelitian berlangsung dapat dikatakan berada dalam kisaran yang mendukung kehidupan larva ikan Cupang sehingga tidak memberikan pengaruh negatif terhadap hasil penelitian.

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian ekstrak tepung biji durian melalui metode perendaman larva tidak memberikan

pengaruh yang signifikan terhadap kelangsungan hidup larva ikan Cupang ( $p > 0,05$ ). Nilai kelangsungan hidup tertinggi diperoleh pada perlakuan D (40 mg/L) sebesar 53,33%.

2. Pemberian ekstrak tepung biji durian juga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nisbah kelamin jantan larva ikan Cupang ( $p > 0,05$ ). Persentase kelamin jantan tertinggi diperoleh pada perlakuan C (30 mg/L) yaitu sebesar 85,71%.
3. Berdasarkan nilai persentase kelamin jantan yang diperoleh, dosis 30 mg/L ekstrak tepung biji durian menunjukkan kecenderungan paling efektif dalam menghasilkan rasio kelamin jantan yang lebih tinggi, meskipun secara statistik tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

### Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi dosis ekstrak tepung biji durian yang lebih luas atau konsentrasi yang lebih tinggi untuk mengetahui dosis optimum dalam proses maskulinisasi ikan Cupang.
2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji kombinasi ekstrak biji durian dengan hormon androgen seperti 17 $\alpha$ -methyltestosterone (MT) guna mengetahui potensi sinergi dalam meningkatkan keberhasilan maskulinisasi ikan.
3. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut terhadap kandungan senyawa bioaktif dalam biji durian yang berperan dalam mempengaruhi sistem hormon dan diferensiasi kelamin pada ikan.

Penelitian lanjutan juga disarankan untuk mengevaluasi pengaruh ekstrak biji durian terhadap pertumbuhan dan performa reproduksi ikan Cupang pada fase juvenil hingga dewasa

### DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, M., Zairin, M., & Sumantadinata, K. 2002. Pengaruh hormon 17 $\alpha$ -methyltestosterone terhadap nisbah kelamin ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Akuakultur Indonesia, 1(2), 93–99.
- Alfian, M. 2003. Pengaruh pemberian ekstrak kayu sandregro terhadap maskulinisasi ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Arfah, H., Zairin, M., & Sumantadinata, K. 2002. Maskulinisasi ikan Tetra Kongo (*Phenacogrammus interruptus*) melalui perendaman hormon androgen. Jurnal Akuakultur Indonesia, 1(3), 145–150.
- Baroiller, J. F., & D’Cotta, H. 2016. The reversible sex of gonochoristic fish: Insights and consequences. Sexual Development, 10, 242–266.
- Baras, E., Prignon, C., Gohoungo, G., Melard, C., 2000. Phenotypic sex differentiation of blue tilapia under constant and fluctuating thermal regimes and its adaptive and evolutionary implications. J. Fish Biol. 57, 210–223.
- Beardmore, J. A., Mair, G. C., & Lewis, R. I. 2001. Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: Applications, problems, and prospects. Aquaculture, 197(1–4), 283–301.
- Boyd, C. E. 2015. Water quality: An introduction. Springer.
- Callard, G. V., Petro, Z., & Ryan, K. J. 1990. Phylogeny and ontogeny of aromatase in brain and gonad of vertebrates. Journal of Experimental Zoology, 255(S4), 379–383. <https://doi.org/10.1002/jez.1402550406>.
- Connell, D.W dan Miller, G.J. 2006. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Penerjemah : Koestoer, Y. Judul asli : Chemistry and Ecotoxicology of Pollution. Tahun 1995. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta. 520 hal.
- Contreras-Sánchez, W. M., Fitzpatrick, M. S., & Schreck, C. B. 2010. Feminization and masculinization of fish: Hormonal and environmental influences. Reviews in Fisheries Science, 18(1), 1–14.
- Cek, S., Turan, F., & Atik, E. 2007. The effect of Tribulus terrestris extract on sex reversal of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of Animal and Veterinary Advances, 6(7), 860–863.
- Darmono. 2001. Lingkungan hidup dan pencemaran: Hubungannya dengan toksikologi senyawa logam. Universitas Indonesia Press.
- Devlin RH & Nagahama Y. 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. Aquaculture, 208: 191-364.
- Froese, R., & Pauly, D. 2023. FishBase. World Wide Web electronic publication.
- Fullerton, D. S. 1980. Steroid metabolism and pharmacokinetics. In Handbook of Physiology: Endocrinology (Vol. 7). American Physiological Society. Fujaya, Y. 2008. Morfologi Ikan Cupang, Biologi, Pemanfaatan, dan Pengelolaan. Citra Emulsi. Makassar.
- Francis, G., Makkar, H. P. S., & Becker, K. 2002. Antinutritional factors present in plant-derived fish feed ingredients. Aquaculture, 199, 197–227.
- Geneser, F. 1994. Textbook of histology. Copenhagen: Munksgaard.
- Haryani, G. S., & Sulawesty, F. 2003. Pengaruh perendaman hormon terhadap nisbah kelamin ikan pelangi Irian (*Melanotaenia boesemani*). Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, 9(4), 47–54.

- Ho, L. H., & Bhat, R. 2015. Exploring the potential nutraceutical values of durian (*Durio zibethinus*). Food Chemistry, 168, 80–89.
- Hulata, G., Rothbard, S., & Halevy, A. 1983. Sex reversal in tilapia. Aquaculture, 33(1–4), 199–206. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(83\)90405-4](https://doi.org/10.1016/0044-8486(83)90405-4).
- Iskandar, A. 2010. Pengaruh pemberian tepung testis sapi terhadap maskulinisasi ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Irmasari, D. 2012. Maskulinisasi ikan Cupang (*Betta splendens*) melalui perendaman larva menggunakan hormon  $17\alpha$ -methyltestosterone. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kirankumar, S., & Pandian, T. J. 2002. Effect of androgen treatment on survival and morphological abnormalities in fish. Aquaculture Research, 33, 321–328.
- Martati E. 2006. Efektivitas madu terhadap nisbah kelamin ikan gapi (*Poecilia reticulata* Peters). Skripsi. Departemen Budidaya perairan. Institut Pertanian Bogor.
- Muchtolib, M., Sastroamidjojo, S., & Santoso, U. 2005. Kajian kandungan senyawa bioaktif pada biji durian (*Durio zibethinus* Murr.) dan potensinya sebagai afrodisiak. Jurnal Penelitian Tanaman Obat, 11(2), 45–52.
- Norris, D. O. 1980. Vertebrate endocrinology. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Pandian, T. J., & Kavumpurath, S. 1994. Masculinization of fish through hormonal administration. Aquaculture Research, 25, 173–181.
- Pandian, T. J., & Sheela, S. G. 1995. Hormonal induction of sex reversal in fish. Aquaculture, 138, 1–22.
- Pandian, T.J., and Kavumpurath, S. 2008 Masculinization of Fighting Fish, *Betta splendens* Regan, Using Synthetic or Natural Androgens. April 25(4):373-381. [https://www.researchgate.net/publication/230024503\\_Masculinization\\_of\\_fighting\\_fish\\_Betta\\_splendens\\_Regan\\_using\\_synthetic\\_or\\_natural\\_androgens](https://www.researchgate.net/publication/230024503_Masculinization_of_fighting_fish_Betta_splendens_Regan_using_synthetic_or_natural_androgens) [3 Januari 2019, pk 13.00].
- Penman, D. J., & McAndrew, B. J. 2000. Genetics for the management and improvement of cultured tilapias. Aquaculture, 197(1–4), 45–65. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00571-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00571-2).
- Piferrer, F., Lim L.C. 1997. Application of Sex Reversal Technology In Ornamental Fish Culture. *Jurnal Aquarium Science and Conservation*, 1(113-118).
- Putra, R. M. 2011. Pengaruh ekstrak purwoceng (*Pimpinella alpina*) terhadap maskulinisasi ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Riani, E., Zairin, M., & Sumantadinata, K. 2007. Pengaruh pemberian hormon  $17\alpha$ -methyltestosterone pada induk ikan gapi (*Poecilia reticulata*) terhadap kelangsungan hidup keturunannya. Jurnal Akuakultur Indonesia, 6(2), 151–158.
- Riani, E., Zairin, M., & Sumantadinata, K. 2007. Pengaruh pemberian hormon  $17\alpha$ -methyltestosterone pada induk ikan gapi (*Poecilia reticulata*) terhadap kelangsungan hidup keturunannya. Jurnal Akuakultur Indonesia, 6(2), 151–158.
- Soelistyowati, D. T., Carman, O., & Zairin, M. 2007. Pengaruh pemberian madu terhadap nisbah kelamin ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Akuakultur Indonesia, 6(2), 123–129.
- Setyorini, E., Yuniarti, N., & Hidayat, T. 2012. Pengaruh pemberian ekstrak biji durian (*Durio zibethinus* Murr.) terhadap peningkatan aktivitas seksual mencit jantan. Jurnal Biologi Tropis, 12(1), 25–31.
- Tave, D. 1992. Genetics for fish hatchery managers. Van Nostrand Reinhold.
- Wedemeyer, G. A. 1996. Physiology of fish in intensive culture systems. New York: Chapman & Hall.
- Wulansari, R. 2002. Pengaruh pemberian hormon  $17\alpha$ -methyltestosterone terhadap nisbah kelamin ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Yustina dan Darmawati. 2003. Daya Tetas dan Laju Pertumbuhan Larva Ikan Hias *Betta splendens* di Habitat Buatan. Jurnal Natur Indonesia Vol. 5 (2): 129-132. FMIPA Universitas Riau.
- Zairin, M. Jr. 2002. Sex Reversal Memproduksi Benih Ikan Jantan atau Betina. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Zairin, M., Carman, O., & Sumantadinata, K. 2002. Pengaruh perendaman hormon terhadap maskulinisasi ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Akuakultur Indonesia, 1(2), 85–92.