

Maskulinisasi Ikan Cupang (*Betta splendens*) Melalui Perendaman Larva Menggunakan Madu Hutan

Masculinization of Betta Fish (*Betta splendens*) Through Larval Immersion Using Forest Honey

HERI SETIAWAN YUNUS¹, FAJAR MAULANA², TRI HERU WIDARTO^{3*}

¹*Program Studi Biosains Hewan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia*

²*Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia*

³*Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia*

Diterima 18 Februari 2025/Diterima dalam Bentuk Revisi 22 Juni 2025/Disetujui 25 Juni 2025

Betta fish are freshwater species known for their territorial behavior and pronounced aggressiveness. The beauty of the color, shape and pattern of fish is special attraction so that it has high selling value, especially in males. Reversal sex through masculinization techniques, is able to produce higher study ratio. This study aims to test effectiveness of immersion betta fish (*B. splendens*) larval stage in honey solution and study its effect on fish survival. This study used complete randomized design (RAL) method with one factor in the form of immersion time. There were five lengths of immersion as treatment, 0 hours (Control), 24 hours (P1), 28 hours (P2), 32 hours (P3) and 36 hours (P4) with 3 tests each. Larvae used are aged 3 days after hatching. The results showed that length of soaking had a significant ($P<0.05$) on survival rates in all treatments. The percentage of male sex observed in the K treatment was $21.66\pm4.81\%$, P1 was $50.85\pm2.92\%$, P2 was $50.58\pm4.59\%$, P3 was $52.46\pm3.90\%$ and P4 was 0%. The effective soaking time treatment is for 24 hours. The effect of natural honey on the masculinization of betta fish was effective in P1 treatment of $50.85\pm2.92\%$ and survival rate of $94.95\pm1.37\%$.

Key words: attractiveness, effectiveness, immersion time, sex reversal

PENDAHULUAN

Ikan cupang berjenis kelamin jantan memiliki nilai komersial yang lebih tinggi dibandingkan ikan cupang berjenis kelamin betina. Hal tersebut karena ikan cupang jantan memiliki sirip anal dan sirip ekor yang lebih panjang, warna lebih cerah serta ukuran tubuh yang lebih ramping (Lestari 2022). Namun, masalah umum yang sering dihadapi oleh pembudidaya ikan cupang yaitu persentase ikan berjenis kelamin jantan lebih rendah dibandingkan dengan persentase ikan berjenis kelamin betina pada setiap pemijahan. Persentase jenis kelamin ikan setiap pemijahan umumnya hanya 40% jantan dan 60% betina (Rachmawati *et al.* 2016). Masalah tersebut dapat ditanggulangi dengan meningkatkan populasi ikan jantan melalui *sex reversal* dengan teknik maskulinisasi ikan. Teknik tersebut dapat dilakukan

untuk memperoleh populasi monoseks jantan yang dapat mengubah fenotipe ikan tetapi tidak mengubah genotipenya (Zairin 2002).

Maskulinisasi dilakukan dengan pemberian hormon androgen saat fase diferensiasi gonad pada ikan. Perubahan lingkungan yang diakibatkan pemberian hormon dari luar dapat menyebabkan rangsangan pada sistem saraf ikan dan memacu pelepasan hormon gonadotropin untuk pembentukan gonad jantan. Teknik maskulinisasi dilakukan ketika ikan masih berada pada fase larva dimana gonad ikan belum terdiferensiasi menjadi jantan maupun betina. Metode yang umum digunakan dalam *sex reversal* yaitu perendaman, penyuntikan, pemberian pakan, dan bioenkapsulasi (Mangaro *et al.* 2018). Metode perendaman merupakan metode alternatif untuk mengatasi kelemahan yang terdapat pada pemberian melalui oral seperti terjadinya pencucian, teknis pencampuran yang mungkin kurang homogen atau kurang efisien secara ekonomis. Menurut Kirankumar dan Pandian (2002), metode pemberian steroid melalui

*Penulis Korespondensi:
E-mail: theru@apps.ipb.ac.id

teknik perendaman (imersi) dapat menghemat waktu 200-1.000 kali lebih cepat. Metode imersi juga lebih murah dan menghasilkan tingkat polusi yang lebih rendah.

Salah satu hormon androgen sintetik yang umum digunakan dalam maskulinisasi yaitu hormon 17α -methyltestosterone (MT). Berdasarkan hasil penelitian Wibowo *et al.* (2019), maskulinisasi cupang menggunakan MT dosis 20 mg/L selama 24 jam dengan metode perendaman larva menghasilkan persentase ikan cupang jantan sebesar 100%. Namun, pemberian hormon tersebut dapat memberikan beberapa dampak negatif seperti karsinogenik, pencemaran lingkungan, sulit terdegradasi secara alami hingga dapat mengalami kematian pada ikan (Homklin *et al.* 2011). Selain itu, Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No.1/Kepmen-KP/2019 tentang obat ikan mlarang jika ikan budaya diintervensi menggunakan hormon MT sebab termasuk kedalam obat keras Non-Antimikroba yang dilarang. Maka dari itu, perlu ditemukan bahan alternatif yang bersifat ramah lingkungan serta mudah dijangkau.

Salah satu bahan alami yang dapat dijadikan alternatif untuk bahan pengganti hormon sintetik adalah madu berupa madu hutan. Madu memiliki kandungan berupa chrysin yang termasuk kedalam kelompok flavonoid dan kalium yang termasuk kedalam kelompok mineral. Kandungan chrysin dalam madu diduga berpengaruh dalam proses alih kelamin dengan mempengaruhi ekspresi gen aromatase tipe gonad (Deswira *et al.* 2015). Adanya kalium dalam madu juga diduga mempengaruhi diferensiasi kelamin ikan melalui perubahan peredaran testosterone dan pengendalian aktivitas androgen (Capelo *et al.* 1993). Berdasarkan hasil penelitian Siregar *et al.* (2018), dosis madu paling efektif digunakan pada ikan cupang sebanyak 5 mL/L selama 24 jam dengan persentase ikan jantan sebesar 85,14%. Batas konsentrasi letal madu bagi larva ikan cupang adalah 7 mL/L (Lubis *et al.* 2017). Namun waktu perendaman yang efektif masih belum dapat diketahui karena perendaman diatas 24 jam masih belum diteliti lebih lanjut.

Penelitian ini bertujuan menguji efektivitas waktu perendaman larutan madu hutan pada ikan cupang melalui perendaman larva serta mempelajari pengaruhnya terhadap kelangsungan hidup ikan.

BAHAN DAN METODE

Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan Maret hingga Mei 2022. Lokasi penelitian di Lahan budidaya ikan hias, lokasi Jl. Babakan Kulon II Rt 02/Rw 01, Babakan Sabrang, Ciseeng, Bogor, Jawa Barat 16116.

Sampel ikan yang diujikan larva ikan cupang (*B. splendens*) berjenis plakat. Larva ini berumur 3 hingga 4 hari setelah menetas. Bahan yang digunakan yaitu madu berupa madu hutan yang dihasilkan oleh lebah liar (*Apis dorsata*) berasal dari Sukabumi. Penelitian dilakukan menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL). Penelitian ini terdiri atas lima perlakuan madu, masing-masing dengan tiga kali ulangan dengan lama waktu perendaman yang berbeda-beda (Tabel 1).

Prosedur Penelitian. Wadah pemeliharaan berupa boks styrofoam berukuran $75 \times 40 \times 32$ cm³ disiapkan sebanyak 12 buah. Wadah dibilas menggunakan air bersih dan dilakukan pemasangan label perlakuan sesuai rancangan penelitian. Selanjutnya wadah perendaman berupa baskom berdiameter 30 cm sebanyak 3 buah diisi air dengan volume 1 L.

Induk ikan cupang jantan dan betina dipilih kemudian dipijahkan berdasarkan gonad ikan yang telah matang. Selanjutnya induk ikan cupang jantan dimasukkan kedalam baskom plastik. Plastik bening berukuran $9,2 \times 10,2$ cm² disiapkan sebagai penampungan sarang busa (*bubble nest*) dari induk jantan. Induk betina lalu dimasukkan kedalam baskom namun dipisahkan dengan wadah transparan. Setelah induk jantan membuat *bubble nest*, induk betina disatukan dengan induk jantan kedalam baskom untuk pemijahan. Setelah pemijahan selesai, telur-telur ikan cupang ditunggu hingga larva berumur 3 hingga 4 hari yang telah didapatkan dari hasil pemijahan dimasukkan kedalam wadah percobaan berupa baskom berisi 1 L air dan diberi perlakuan sesuai pada Tabel 1. Sebanyak 100 ekor larva digunakan pada setiap perlakuan. Setelah diberi perlakuan larva dipelihara dalam masing-masing wadah pemeliharaan hingga akhir penelitian. Larva dipelihara dalam boks styrofoam hingga berumur 17 hari. Ketika larva berumur 18 hari, dilakukan penjarangan dengan memisahkan 15–30 ekor larva per wadah pada setiap perlakuan. Penjarangan dilakukan menggunakan jenis wadah yang sama dengan wadah pemeliharaan. Penjarangan dilanjutkan ketika larva berumur 27 hari dengan jumlah larva sekitar 10–15 ekor per wadah. Pemberian pakan secara rutin dilakukan sebanyak 2 kali sehari secara *ad libitum*. Penyipiran ikan dilakukan secara rutin setiap 5 hari dan dilakukan pengukuran kualitas air meliputi suhu dan pH mulai dari awal, pertengahan, hingga akhir penelitian.

Tabel 1. Rancangan penelitian

Perlakuan	Keterangan
K	Madu konsentrasi 0 mL/L
P1	Madu konsentrasi 5 mL/L selama 24 jam
P2	Madu konsentrasi 5 mL/L selama 28 jam
P3	Madu konsentrasi 5 mL/L selama 32 jam
P4	Madu konsentrasi 5 mL/L selama 36 Jam

Identifikasi Jenis Kelamin Ikan. Identifikasi kelamin ikan dilakukan secara primer dan sekunder. Identifikasi sekunder dilakukan melalui pemeriksaan warna dan bentuk badan serta melihat perbedaan sirip antara ikan jantan dan betina ketika ikan berumur 4 bulan. Selanjutnya dilakukan identifikasi primer dengan mengamati gonad dari 30% ikan yang diidentifikasi secara sekunder yang diambil secara acak. Pengamatan gonad dilakukan dengan mikroskop perbesaran 400 kali. Ikan dibedah dan cairan gonad diletakkan diatas gelas objek, diberi 2–3 tetes pewarna asetokarmin lalu dibiarkan hingga warna meresap, kemudian ditutup menggunakan gelas penutup untuk selanjutnya diamati.

Tingkat Kelangsungan Hidup (Survival Rate). *Survival rate* (SR) dihitung untuk mengetahui peluang hidup ikan selama perendaman dan selama pemeliharaan hingga dewasa dalam waktu tertentu menggunakan rumus:

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan:

- SR : *Survival rate (%)*
 Nt : Jumlah individu pada akhir perlakuan (ekor)
 N0 : Jumlah individu pada awal perlakuan (ekor)

Selama pemeliharaan tingkat kelangsungan hidup ikan hingga dewasa dihitung untuk mengetahui peluang hidup dari larva hingga dewasa. SR pemeliharaan dihitung menggunakan rumus:

Persentase Kelamin Jantan. Menurut Zairin (2002), parameter utama yang menjadi indikator keberhasilan teknik *sex reversal* adalah nisbah kelamin jantan yang tinggi. Nisbah tersebut dihitung dengan menggunakan rumus:

$$J = \frac{j}{T} \times 100\%$$

Keterangan:

- J : Nisbah ikan berjenis kelamin jantan (%)
 j : Jumlah individu jantan (ekor)
 T : Jumlah individu yang diperiksa (ekor)

Kualitas Air. Kualitas air diukur mulai dari awal pemeliharaan, di tengah, dan di akhir pemeliharaan. Parameter utama yang diukur berupa suhu dan pH. Data pengukuran tersebut disajikan dengan memasukkan nilai tertinggi hingga terendah.

Analisis Data. Data disajikan dalam bentuk tabel dan histogram menggunakan perangkat lunak (*Software*) Microsoft Office Excel 2013. Data kualitas air dan persentase kelamin jantan secara primer dianalisis secara deskriptif. Data kelangsungan hidup selama perendaman, kelangsungan hidup selama

pemeliharaan serta persentase kelamin jantan secara sekunder dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam (*analysis of variance*, ANOVA) dengan selang kepercayaan 95%. Analisisnya menggunakan software SPSS 25.0. Hasil yang berbeda nyata akan diuji lanjut menggunakan uji Duncan.

HASIL

Tingkat Kelangsungan Hidup. Tingkat kelangsungan hidup ikan cupang relatif tinggi setelah perendaman menggunakan madu 5 mL/L (Gambar 1). Tingkat kelangsungan hidup setiap perlakuan selama perendaman menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P<0,05$). Tingkat kelangsungan hidup tertinggi selama perendaman yaitu perlakuan 24 Jam sebesar $94,95 \pm 1,37$, sedangkan tingkat kelangsungan hidup terendah selama perendaman yaitu perlakuan 36 Jam sebesar 0 ± 0 . Kematian 100% larva pada perlakuan 36 jam membuat perlakuan tersebut tidak dimasukkan dalam uji statistik.

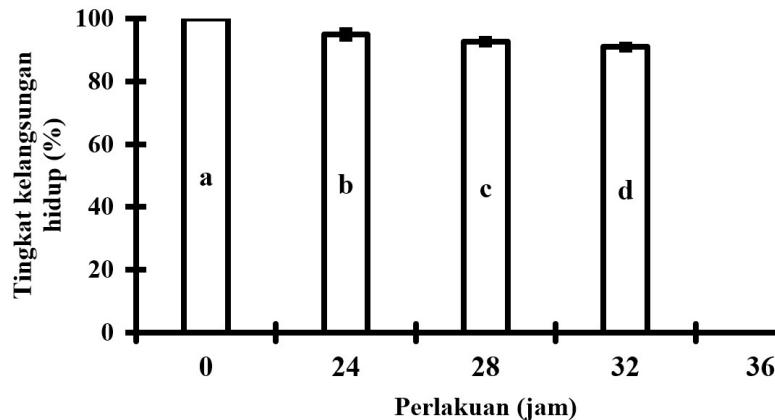
Tingkat kelangsungan hidup antar perlakuan selama pemeliharaan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata (Gambar 2).

Persentase Kelamin Jantan. Persentase kelamin jantan ikan cupang setelah 90 hari pemeliharaan menunjukkan hasil yang lebih tinggi pada perlakuan dibandingkan kontrol (Gambar 3). Perlakuan 24 jam, 28 jam, dan 32 jam menunjukkan hasil tidak berbeda nyata. Hasil ANOVA terhadap persentase kelamin jantan tidak saling berbeda nyata ($P>0,05$) pada setiap perlakuan namun saling berbeda nyata ($P<0,05$) terhadap kontrol.

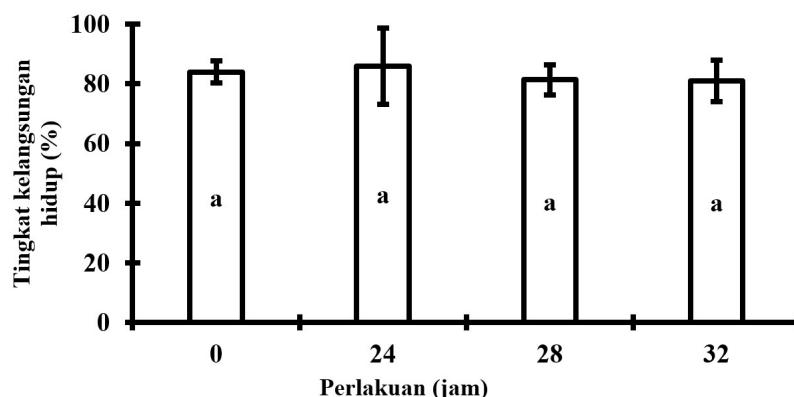
Kualitas Air. Hasil pengukuran kualitas air selama pemeliharaan dalam jangka waktu 90 hari berupa suhu dan pH menunjukkan kisaran terendah hingga tertinggi masih berada dalam batas toleransi ikan untuk hidup dan tumbuh (Tabel 2).

PEMBAHASAN

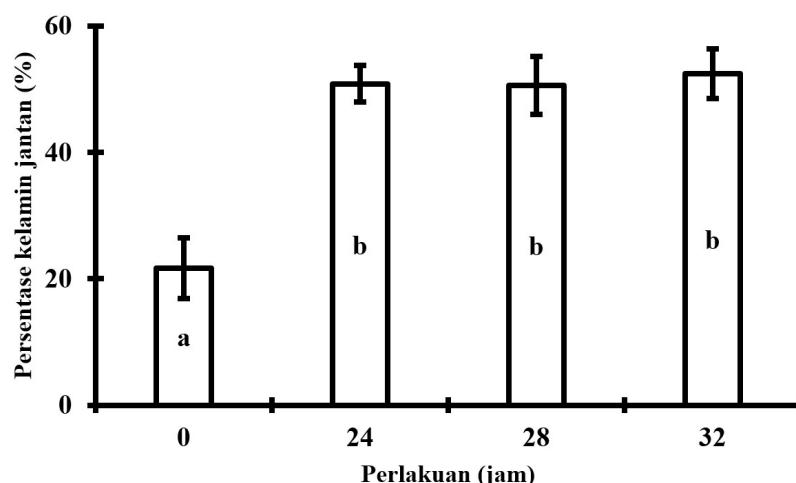
Maskulinisasi ikan cupang menggunakan madu berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup ikan. Semakin lama waktu perendaman yang diberikan, tingkat keberhasilan hidupnya semakin rendah (Gambar 1). Hasil ANOVA terhadap kelangsungan hidup ikan selama perendaman saling berbeda nyata ($P<0,05$) pada setiap perlakuan dan juga berbeda nyata terhadap perlakuan tanpa perendaman (kontrol). Hal tersebut kemungkinan karena kandungan mineral yang terdapat dalam larutan madu menyebabkan gangguan metabolisme pada tubuh sehingga dapat menyebabkan kematian pada larva (Lubis 2016). Penelitian Siregar *et al.* (2018) juga mendapatkan hasil yang serupa. Mereka menggunakan lama perendaman 12 jam, 16



Gambar 1. Tingkat kelangsungan hidup larva ikan cupang selama perendaman menggunakan madu 5 mL/L



Gambar 2. Tingkat kelangsungan hidup ikan cupang selama 90 hari pemeliharaan



Gambar 3. Persentase kelamin jantan ikan cupang hasil perendaman larva menggunakan madu 5 mL/L

Tabel 2. Rancangan penelitian

Parameter	Kisaran		Kisaran toleransi menurut referensi
	Terendah	Tertinggi	
Suhu	25,3	29,5	25-30*
pH	6,6	7,5	6-8**

*Biokani *et al.* (2014), **Fishbase (2019)

jam dan 20 jam dengan tingkat kelangsungan hidup masing-masing sebesar $93,3 \pm 6,70$, $92,1 \pm 5,10$ dan $82,1 \pm 5,10$. Mortalitas yang tinggi pada perlakuan 36 Jam disebabkan karena ikan cupang direndam

menggunakan madu konsentrasi 5 mL/L dengan lama waktu perendaman selama 36 jam. Lama waktu perendaman yang tinggi diduga memberi efek toksik pada larva berupa gangguan pada proses metabolisme sehingga menyebabkan ikan menjadi stress hingga mengalami kematian. Menurut Hidayani *et al.* (2016), lama waktu perendaman dan tingkatan dosis memiliki hubungan secara terbalik dimana waktu perendaman yang lama harus dilakukan dengan tingkatan dosis yang rendah dan sebaliknya.

Ikan cupang termasuk salah satu jenis ikan air tawar sehingga ikan memiliki cairan tubuh yang bersifat hiperosmotik terhadap lingkungannya. Sifat hiperosmotik tersebut memungkinkan air dari lingkungan masuk kedalam tubuh ikan melalui permukaan tubuh yang bersifat semipermeabel (Soelistiyowati *et al.* 2007). Menurut Martati 2006, larutan madu akan masuk secara difusi sederhana kedalam tubuh larva melalui kulit, gurat sisi dan insang. Proses tersebut terjadi dari media menuju ke pembuluh darah kemudian mengalir menuju hati selanjutnya disebarluaskan keseluruh tubuh melalui proses peredaran darah hingga mencapai organ target (gonad). Semakin lama waktu perendaman yang diberikan maka zat madu yang masuk ke dalam tubuh larva menjadi semakin banyak (Himawan *et al.* 2018).

Pemberian madu pada tahap perendaman tidak mempengaruhi kelangsungan hidup ikan pada tahap pemeliharaan. Hasil ANOVA terhadap kelangsungan hidup ikan selama pemeliharaan tidak saling berbeda nyata ($P>0,05$) terhadap setiap perlakuan dan kontrol. Kelangsungan hidup ikan selama pemeliharaan secara signifikan dipengaruhi oleh kualitas air, teknik pemeliharaan serta proses perawatannya (Siregar *et al.* 2018). Tingkat kelangsungan hidup ikan memiliki nilai yang tinggi pada setiap perlakuan serta tidak terdapat perbedaan secara signifikan (Gambar 2). Hal tersebut karena kualitas air masih dalam batas toleransi yang dibutuhkan untuk hidup ikan. Selain itu, teknik pemeliharaan juga mendukung keberlangsungan hidup ikan serta perawatan yang baik sesuai dengan kebutuhan ikan untuk bertahan hidup. Hasil penelitian Lestari (2022), menunjukkan tingkat kelangsungan hidup ikan selama pemeliharaan sebesar 90%. Semakin baik teknik pemeliharaan yang dilakukan dalam budidaya ikan maka kelangsungan hidup ikan selama pemeliharaan menjadi semakin baik (Ali 2014).

Selama masa pemeliharaan, air yang digunakan memiliki kualitas yang mendukung keberlangsungan hidup ikan. Ikan cupang memiliki kisaran toleransi kualitas air untuk keberlangsungan hidup, namun memiliki ketahanan yang cukup tinggi terhadap perubahan keragaman kualitas air (Lestari 2022). Hasil pengukuran suhu air selama pemeliharaan berkisar antara 25,3–29,5°C. Rentang suhu tersebut masih berada dalam kisaran suhu yang layak untuk hidup ikan. Hal tersebut sesuai dengan Biokani *et al.* (2014) bahwa kisaran suhu yang baik untuk pemeliharaan ikan adalah 25–30 °C. Nilai pH air berkisar antara 6,6–7,5. Nilai pH ini masih berada dalam batas toleransi yang baik. Hal tersebut sesuai dengan Fishbase (2019), yang menyatakan bahwa batas toleransi yang mendukung keberlangsungan hidup ikan berkisar antara 6–8.

Hormon yang dominan terbentuk di dalam gonad ikan akan menentukan jenis kelamin ikan. Hormon

testosteron akan menstimulasi pembentukan gonad jantan (testis), sedangkan hormon estradiol akan menstimulasi pembentukan gonad betina (ovarium). Teknik sex reversal dalam proses maskulinasi memiliki indikator berupa tingginya hasil persentase kelamin jantan dari sampel uji. Lama perendaman 24 jam menunjukkan nilai paling efektif karena memiliki kelangsungan hidup yang lebih tinggi pada tahap perendaman yaitu sebesar $94,95\pm1,37\%$. Persentase kelamin jantan dengan lama perendaman selama 24 jam menunjukkan perbedaan signifikan terhadap kontrol yaitu sebesar 28,92%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa intervensi madu hutan memiliki kemampuan dalam meregulasi sistem hormonal dalam tubuh ikan cupang sehingga berpengaruh terhadap pengarahan kelamin ikan cupang menjadi jantan.

Menurut Sandi (2018), maskulinasi menggunakan madu memiliki efektivitas yang tinggi karena kandungan chrysin. Menurut Deswira *et al.* (2015), madu memiliki kandungan flavonoid berupa chrysin dan mineral kalium yang diduga berpengaruh terhadap alih kelamin dan ekspresi gen aromatase tipe gonad. Senyawa ini dapat meningkatkan kadar testosteron dalam darah serta secara signifikan mampu meningkatkan proses steroidogenesis pada sel leydig. Selain itu, chrysin juga dapat berfungsi sebagai aromatase inhibitor alami dengan menurunkan kadar hormon estrogen (Gambelunghe *et al.* 2003). Kalium pada madu juga berperan dalam maskulinasi melalui pengaturan dan peredaran testoseron dan pengendalian tindakan androgen (Heriyati 2012). Hormon testosteron berperan dalam pembentukan spesies jantan pada ikan. Semakin banyak hormon testosteron yang terdapat dalam tubuh ikan pada masa diferensiasi, pengarahan pembentukan sel kelamin ikan akan mengarah ke pembentukan sel kelamin jantan (Utomo 2008).

Jenis kelamin individu ditentukan oleh faktor genetik dan lingkungan. Proses diferensiasi merupakan proses perkembangan gonad menjadi jaringan definitif. Diferensiasi seks merupakan perkembangan dari gonad yang belum dapat dibedakan menjadi testis atau ovarium (Farrel 2011). Proses diferensiasi kelamin pada betina ditandai dengan meiosis oogonia dan memperbanyak sel-sel somatik membentuk rongga ovarium, sedangkan diferensiasi kelamin pada jantan ditandai dengan munculnya spermatogonia serta pembentukan sistem vaskuler pada testis (Zairin 2002). Pengarahan jenis kelamin secara buatan dimungkinkan karena pada saat fase pertumbuhan gonad belum terjadi diferensiasi kelamin dan belum terdapat pembentukan steroid sehingga dapat diarahkan dengan menggunakan hormon steroid (Fujaya 2004).

Fase diferensiasi kelamin pada ikan cupang berlangsung pada umur 3–40 hari setelah menetas

(Pandian dan Sheela 1995). Pada penelitian ini, perendaman dilakukan pada larva berumur 3 hari setelah menetas. Fase perkembangan ikan yang berumur 3 hari masih berada pada fase awal. Pada ikan cupang usia 3 hari gonad baru mulai berdiferensiasi (belum menjadi jantan atau betina). Pada fase tersebut perkembangan gonad ikan masih dapat dipengaruhi dengan pemberian hormon atau pemberian bahan alami. Menurut Deswira *et al.* (2015), pengarahan jenis kelamin dengan pemberian hormon dapat dilakukan sebelum maupun saat berlangsung fase diferensiasi kelamin ikan terjadi.

Ketika ikan berumur 4 bulan, identifikasi jenis kelamin ikan dilakukan melalui identifikasi primer dan sekunder. Identifikasi tersebut dilakukan ketika gonad berada pada fase maturasi. Pengamatan ciri seksual primer dilakukan untuk menkonfirmasi karakteristik morfologi pada ikan bahwa ciri sekunder telah sesuai dengan ciri primernya. Berdasarkan hasil pengamatan secara mikroskopis, terdapat perbedaan antara jaringan gonad ikan cupang jantan dan betina. Pada gonad betina, terdapat sel ootid dengan ciri sel-sel bulat berukuran besar (Gambar 4A), sementara pada gonad ikan jantan terdapat sel spermatid dengan ciri sel-sel bulat berukuran kecil yang menyebar (Gambar 4B).

Pengarahan jenis kelamin dapat dipengaruhi oleh umur ikan, jenis ikan, metode perlakuan, lama perlakuan, jenis dan konsentrasi hormon serta suhu dan pH air (Lestari 2022). Dalam penelitian Bulkini (2012), perendaman embrio ikan cupang selama 8 jam dengan dosis ekstrak purwoceng 10 μ L/L mampu menghasilkan persentase kelamin jantan sebesar 62,68%. Persentase kelamin jantan yang didapatkan lebih tinggi dibandingkan dengan perendaman pada penelitian ini sehingga umur ikan merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi persentase kelamin jantan. Hal tersebut diperkuat dalam penelitian Himawan *et al.* (2018) yang membandingkan persentase kelamin jantan antara telur ikan rainbow dan larva yang baru menetas. Hasil perendaman telur ikan rainbow dengan tepung testis sapi memiliki persentase kelamin ikan jantan sebesar 74,22%. Hasil tersebut lebih besar

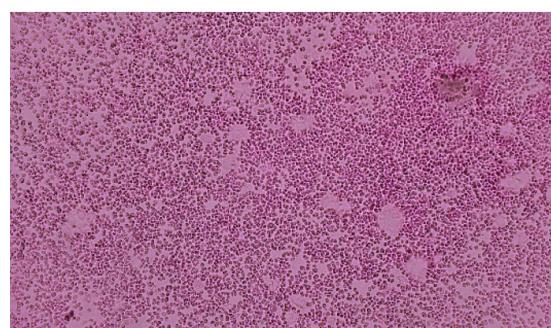
dibandingkan dengan perendaman larva ikan rainbow yang baru menetas yaitu sebesar 65,98%. Semakin muda umur ikan yang digunakan dalam perendaman, tingkat keberhasilan maskulinisasi menjadi semakin tinggi. Sebaliknya, semakin tua umur ikan yang digunakan, tingkat keberhasilan maskulinisasi menjadi semakin rendah.

Selain umur ikan, lama waktu perlakuan juga menjadi salah satu faktor penting dalam pengarahan jenis kelamin ikan. Semakin lama waktu perlakuan yang diberikan maka semakin banyak hormon yang berdifusi dan mempengaruhi pembentukan gonad sehingga dosis yang diberikan dapat secara efektif meningkatkan pengarahan jenis kelamin ikan (Irmasari *et al.* 2012). Berdasarkan penelitian Siregar *et al.* (2018), lama waktu perendaman selama 12 jam, 16 jam dan 20 jam dengan madu konsentrasi 5 mL/L menghasilkan peningkatan persentase kelamin jantan pada larva ikan cupang berturut-turut sebesar 66,35%, 73,51% dan 75,37%. Sementara pada penelitian Nazar *et al.* (2017) perendaman embrio ikan cupang dengan madu propolis dengan lama waktu perendaman 8 jam, 16 jam dan 24 jam menghasilkan persentase kelamin jantan berturut-turut sebesar 48,68%, 53,81% dan 69,94%. Pengarahan jenis kelamin ikan dapat ditingkatkan dengan lama waktu perendaman yang efektif. Waktu perendaman yang terlalu lama menyebabkan hormon yang telah berdifusi ke dalam tubuh ikan menjadi bersifat jenuh dan memberikan efek paradoxial feminization, sedangkan waktu perendaman yang terlalu singkat menyebabkan hormon tidak dapat berdifusi secara optimal dalam pengarahan kelamin (Hidayani *et al.* 2016).

Kualitas air berupa suhu air dan pH juga memiliki pengaruh terhadap pengarahan gonad ikan menjadi jantan dan betina. Semakin tinggi suhu air yang digunakan maka pembentukan kelamin ikan cenderung menjadi jantan dan semakin rendah suhu air yang digunakan maka pembentukan kelamin ikan cenderung menjadi betina. Begitupun dengan pH air yang digunakan dimana semakin basa pH air maka pembentukan kelamin ikan cenderung menjadi jantan



(A)



(B)

Gambar 4. (A) Hasil identifikasi gonad ikan cupang dengan pewarnaan asetokarmin (perbesaran 400x) gonad betina dan (B) gonad jantan

dan semakin asam pH air maka pembentukan kelamin ikan cenderung menjadi betina. Berdasarkan penelitian Arfah *et al.* (2005), persentase kelamin jantan induk ikan gapi yang diinkubasi pada suhu 30 °C lebih tinggi dibandingkan ikan gapi yang diinkubasi pada suhu 27°C. Begitupun dengan hasil penelitian Arfa *et al.* (2017), dimana pemijahan ikan cupang dengan pH 8 dapat menghasilkan persentase kelamin jantan lebih tinggi dibandingkan pemijahan dengan pH 6. Hal tersebut diperkuat dalam penelitian Liu *et al.* (2008) bahwa suhu air dan pH memiliki keterkaitan dalam pengarahan kelamin ikan menghasilkan enzim aromatase yang dapat mempengaruhi proses diferensiasi kelamin. Aromatase dapat mempengaruhi proses perubahan kelamin ikan menjadi betina dengan cara mengkatalisis perubahan dari androgen menjadi estrogen. Proses steroidogenesis dalam sel ikan dipengaruhi oleh enzim aromatase sehingga adanya kandungan chrysin dalam madu membuat aktivitas aromatase menjadi terhambat. Adanya hambatan dalam aktivitas aromatase menyebabkan proses steroidogenesis berakhir pada pembentukan testosteron tanpa konversi testosteron menjadi estradiol (Ukhroy 2008). Aktivitas enzim aromatase bekerja secara spesifik pada bagian estradiol serta berperan dalam pembentukan jenis kelamin, tingkah laku dan reproduksi (Callard *et al.* 2001).

Terdapat 2 tipe gen aromatase pada ikan yaitu aromatase tipe otak dan aromatase tipe gonad. Aromatase tipe otak berpengaruh dalam pengendalian tingkah laku seksual ikan, sedangkan aromatase tipe gonad berpengaruh dalam maturasi folikel dan tingkat ovulasi. Pada penelitian Heriyani (2012), larva ikan nila direndam menggunakan madu hutan konsentrasi 10 mL/L dengan lama perendaman 10 jam. Hasil penelitian tersebut terbukti berhasil menekan ekspresi gen aromatase ikan pada tipe gonad. Adanya penekanan ekspresi gen aromatase mengakibatkan proses katalisis hormon androgen menjadi estrogen menjadi terhambat. Penurunan proses katalisis hormon estrogen menyebabkan hormon testosteron lebih dominan sehingga proses diferensiasi ikan berorientasi menjadi jantan.

Penelitian ini menunjukkan bahwa perendaman madu hutan pada larva ikan cupang mampu meningkatkan persentase kelamin jantan dengan waktu perendaman efektif selama 24 jam. Persentase kelamin jantan yang dihasilkan sebesar $50,85 \pm 2,92\%$ dan tingkat kelangsungan hidup sebesar $94,95 \pm 1,37\%$. Terdapat peningkatan persentase kelamin jantan sebesar 28,92% dan tingkat kelangsungan hidup sebesar 5,05% dibandingkan perlakuan kontrol.

Berbagai variabel yang mempengaruhi maskulinisasi perlu diuji lebih lanjut untuk memperoleh hasil yang

lebih baik, diantaranya suhu, pH dan usia indukan ikan. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh kawin indukan cupang terhadap nisbah kelamin jantan dan betina.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali MF. 2014. Pengaruh konsentrasi tepung sapi terhadap maskulinisasi ikan cupang (*Betta splendens*) [Skripsi]. Makassar, Indonesia: Universitas Hasanuddin.
- Arfa M, Suminto, Yuniarti T. 2017. Pengaruh Ph media pemijahan yang berbeda terhadap persentase jantan & betina dan kelulushidupan ikan cupang (*Betta splendens* Regan). *Journal Aquaculture Management and Technology* 6:179-186.
- Arfah H, Mariam S, Alimuddin. 2005. Pengaruh suhu terhadap reproduksi dan nisbah kelamin ikan gapi (*Poecilia reticulata* peters). *Jurnal Akuakultur Indonesia* 4:1-4. <https://doi.org/10.19027/jai.4.1-4>
- Biokani, Jamili S, Sarkhosh J. 2014. The study of different foods on spawning efficiency of siamase fighting fish (species: *Betta splendens*, family: Belontiidae). *Marine science* 4:33-37.
- Bulkini A. 2012. Maskulinisasi ikan cupang (*Betta splendens*) melalui perendaman embrio dalam ekstrak purwoceng (*Pimpinella alpina*) [Skripsi]. Bogor, Indonesia: Institut Pertanian Bogor.
- Callard GV, Tchoudakova AV, Kishida M, Wood E. 2001. Differential tissue distribution, developmental programming, estrogen regulation and promoter characteristic of cyp19 genes in teleost fish. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* 79:305-314. [https://doi.org/10.1016/S0960-0760\(01\)00147-9](https://doi.org/10.1016/S0960-0760(01)00147-9)
- Capelo AS, Asuncion C, Francisco T, Teodomiro F, Rafael P. 1993. Potassium regulates plasma testosterone and renal ornithinedecarboxylase in mice. *Federation of European Biochemical Societies* 333:32-34. [https://doi.org/10.1016/0014-5793\(93\)80369-6](https://doi.org/10.1016/0014-5793(93)80369-6)
- Deswira U, Sudarajat AO, Dinar TS. 2015. Mekanisme alih kelamin ikan nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) melalui manipulasi ekspresi gen aromatase. *JIkhtiologi Indonesia* 16:67-74.
- Farrell AP. 2011. Encyclopedia of Fish Physiology: from Genome to Environment. Canada: Academic Press.
- Fishbase. 2019. *Betta splendens*. Tersedia di: www.Fishbase.org. [Tanggal diakses 17 Oktober 2022]
- Fujaya Y. 2004. Fisiologi Ikan: Dasar Pengembangan Teknologi Perikanan. Jakarta : PT Rineka Cipta.
- Gambelunghe C, Rossi R, Sommavilla M, Ferranti C, Rossi R, Ciculi C, Gizioni S, Micheletti A, Rufini S. 2003. Effects of chrysin on urinary testosterone levels in human males. *Jurnal of Medicinal Food* 6:387-390. <https://doi.org/10.1089/109662003772519967>
- Heriyati E. 2012. Sex Reversal Ikan Nila Menggunakan Madu dan Analisis Ekspresi Gen Aromatase [Tesis]. Bogor, Indonesia: Institut Pertanian Bogor.
- Heriyani E. 2012. Sex reversal ikan nila menggunakan madu dan analisis ekspresi gen aromatase [Tesis]. Bogor, Indoneisa: Institut Pertanian Bogor.
- Hidayani AA, Fujaya Y, Trijuno DD, Siti A. 2016. Pemanfaatan tepung testis sapi sebagai hormon alami pada pejantan ikan cupang, *Betta splendens* Regan, 1920. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia* 16:91-101.
- Himawan A, Hastuti S, Yuniarti T. 2018. Keberhasilan jantanisasi ikan rainbow (*Melanotaenia* sp.) dengan stadia yang berbeda melalui perendaman tepung testis sapi. *Journal of Aquaculture Management and Technology* 7:28-37.
- Homklin S, Ong SK, Limpayakorn T. 2011. Biotransformation of 17 α -methyltestosterone in sedimen under different electron acceptor conditions. *Chemosphere* 82:1401-1407. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2010.11.068>
- Irmasari, Iskandar, Subhan U. 2012. Pengaruh ekstrak tepung testis sapi dengan konsentrasi yang berbeda terhadap keberhasilan maskulinisasi ikan nila merah (*Oreochromis* sp.). *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 3:115-121.

- Kirankumar S, Pandian TJ. 2002. Effect on growth and reproduction of hormone immersed and masculinized fighting fish (*Betta splendens*). *Journal of Experimental Zoology* 293:606-616. <https://doi.org/10.1002/jez.10181>
- Lestari D. 2022. Maskulinisasi ikan cupang (*Betta splendens*) menggunakan ekstrak serbuk sari pinus melalui metode perendaman larva [Skripsi]. Bogor, Indonesia: Institut Pertanian Bogor.
- Liu ZH, Zhang YG, Wang DS. 2008. Studies on feminization and differentiation of the sothern catfish *Silurus meridionalis*. *Fish Physiology and Biochemistry* 36:223-235. <https://doi.org/10.1007/s10695-008-9281-7>
- Lubis MA, Muslim, Fitriani M. 2017. Maskulinisasi ikan cupang (*Betta* sp.) Menggunakan madu alami melalui metode perendaman dengan konsentrasi berbeda. *J Akuakultur Rawa Indonesia* 5:97-108. <https://doi.org/10.36706/jari.v5i1.5822>
- Mangaro R, Sinjal HJ, Monijung RD. 2018. Maskulinisasi dengan menggunakan metode perendaman dan oral terhadap perubahan kelamin ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Platax* 6:117-122. <https://doi.org/10.35800/jip.6.1.2018.18908>
- Martati E. 2006. Efektivitas Madu Terhadap Nisbah Kelamin Ikan Gapi (*Poecilia reticulata* peters) [Skripsi]. Bogor, Indonesia: Institut Pertanian Bogor.
- Nazar DAP, Basuki F, Yuniarti T. 2017. Pengaruh lama waktu perendaman embrio dalam propolis terhadap maskulinisasi ikan cupang (*Betta splendens*). *Journal of Aquaculture Management and Technology* 6:58-66.
- Pandian TJ, Sheela SG. 1995. Hormonal induction of sex reversal in fish. *Elsevier* 138:1-22. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(95\)01075-0](https://doi.org/10.1016/0044-8486(95)01075-0)
- Rachmawati D, Basuki F, Yuniarti T. 2016. Pengaruh pemberian tepung testis sapi dengan dosis yang berbeda terhadap keberhasilan jantanisasi pada ikan cupang (*Betta* sp.). *Journal of Acuaculture Management and Technology* 5:130-136.
- Sandi MS. 2018. Efektivitas madu terhadap maskulinisasi ikan pelangi (*Iriatherina werneri*) melalui perendaman embrio. [Skripsi]. Bogor, Indonesia: Institut Pertanian Bogor.
- Siregar S, Syaifudin M, Wijayanti M. 2018. Maskulinisasi ikan cupang (*Betta splendens*) menggunakan melalui metode perendaman. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia* 6 :41-152. <https://doi.org/10.36706/jari.v6i2.7158>
- Soelistiyowati DT, Martati E, Arfah H. 2007. Efektivitas madu terhadap pengarahan kelamin ikan gapi (*Poecilia reticulata* peters). *Jurnal Akuakultur Indonesia* 6:155-160. <https://doi.org/10.19027/jai.6.155-160>
- Ukhroy NU. 2008. Efektivitas penggunaan propolis terhadap nisbah kelamin ikan guppy (*Poecilia reticulata*) [Skripsi]. Bogor, Indonesia: Institut Pertanian Bogor.
- Utomo B. 2008. Efektivitas penggunaan aromatase inhibitor dan madu terhadap nisbah kelamin ikan gapi (*Poecilia reticulata* Peters) [Skripsi]. Bogor, Indonesia: Institut Pertanian Bogor.
- Wibowo CYS, Danakusumah E, Rahmatia F. 2019. Jantanisasi ikan cupang (*Betta* sp.) dengan 17 α -metiltestosteron melalui perendaman larva. *Jurnal Satya Minabahari* 4:80-92. <https://doi.org/10.53676/jism.v4i2.66>
- Zairin M. 2002. Sex Reversal Memproduksi Benih Ikan Jantan atau Betina. Jakarta: Penebar Swadaya.