

Penggunaan Madu untuk Maskulinisasi Ikan Cupang *Betta splendens* (Teleostei: Osphronemidae) Melalui Metode Perendaman Embrio

Muh. Herjayanto¹, Madinawati^{2*}, Irawati Mei Widiastuti²

¹Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

²Program Studi Akuakultur, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Tadulako

Naskah Diterima : 13 Januari 2023, Ditejui publikasi : 14 Maret 2023

INFO NASKAH	ABSTRAK
<p><i>Kata Kunci:</i></p> <p>Budidaya monoseks, Ikan hias, Maskulinisasi</p>	<p>Individu jantan <i>Betta splendens</i> memiliki warna dan bentuk yang digemari di pasar ikan hias dibandingkan betina. Karena itu budidaya cupang dapat dilakukan melalui produksi jantan menggunakan teknologi seks reversal dalam mengarahkan perkembangan kelamin ikan menjadi jantan (maskulinisasi). Bahan alami yang telah digunakan untuk maskulinisasi ikan adalah madu. Karena itu tujuan penelitian adalah mengkaji penggunaan madu melalui perendaman embrio untuk maskulinisasi ikan cupang. Keberhasilan maskulinisasi dianalisis melalui karakteristik madu, persentase ikan jantan, tingkat penetasan telur, mortalitas tiap 15 hari, dan sintasan pada akhir pemeliharaan. Embrio yang digunakan berumur 20 jam setelah pembuahan. Perlakuan penelitian adalah perendaman embrio cupang di dalam larutan madu (mL L^{-1}) 5, 10, 15, 20, dan 25. Perendaman dilakukan selama 7 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa madu yang digunakan memiliki kalium 0,31% dan pH 4. Pada penelitian ini pemberian madu tidak berpengaruh terhadap jumlah cupang jantan. Pemberian madu 25 mL L^{-1} air menghasilkan 56,98±4,58% jantan, tingkat penetasan telur 99,17±1,67%, dan sintasan umur 90 hari setelah menetas 79,89±4,50%. Mortalitas terjadi pada awal pemeliharaan larva. Setelah umur 60 hari setelah menetas tidak terjadi kematian pada cupang. Nilai tingkat penetasan telur dan sintasan yang tinggi menunjukkan bahwa madu adalah bahan alami yang aman digunakan untuk maskulinisasi ikan dalam budidaya monoseks.</p> <p>Jl. Soekarno Hatta Km. 9 Palu – Sulawesi Tengah. Telpon: 0451 – 422611, Fax: 0451 – 422844.* Email: madinawati@untad.ac.id</p>

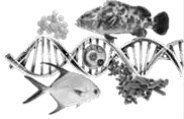
The Use of Honey to Masculinize *Betta splendens* (Teleostei: Osphronemidae) Through Soaking Embryo

Muh. Herjayanto¹, Madinawati^{2*}, Irawati Mei Widiastuti²

¹Fisheries Science Department, Faculty of Agricultural, University of Sultan Ageng Tirtayasa

²Aquaculture Study Program, Department of Fisheries and Marine, Faculty of Animal Husbandry and Fisheries, Tadulako University

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Keywords</i></p> <p>Mono-sex aquaculture, Masculinization, Ornamental fish</p>	<p><i>Betta splendens</i> males have colours and shapes that are popular in the ornamental fish market compared to females. Because of that, betta cultivation can be done through male production using sex reversal technology in directing the sex development of fish to become male (masculinization). The natural ingredient that has been used to masculinize fish is honey. So the research objective was to examine the use of honey by immersing the embryo to masculinize betta. Analyzed masculinization success through characteristics of honey, percentage of male fish, egg hatching rate, mortality every 15 days, and survival at the end of rearing. The embryos used were 20 hours post-fertilization. The research treatment was immersion of betta embryos in honey solution (mL L^{-1}) 5, 10, 15, 20, and 25. Soaking was carried out for 7 hours. The results showed that the honey used had 0.31% potassium and a pH of 4. In this study, the administration of honey did not</p>



affect the number of male betta. Giving honey 25 mL L⁻¹ water produced $56.98 \pm 4.58\%$ of males, egg hatching rate $99.17 \pm 1.67\%$, and survival at 90 days after hatching $79.89 \pm 4.50\%$. Mortality occurs at the start of larval rearing. After the age of 60 days after hatching, there is no death in betta. The high values of egg hatching and survival rates indicate that honey is a natural material safe for masculinizing fish in mono-sex aquaculture.

Jl. Soekarno Hatta Km. 9 Palu – Sulawesi Tengah. Telpon: 0451 – 422611, Fax: 0451 – 422844. *Email: madinawati@untad.ac.id

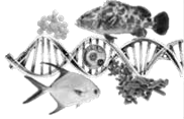
PENDAHULUAN

Betta splendens atau ikan cupang adalah salah satu komoditas budidaya ikan hias air tawar. Ikan ini termasuk mudah dipelihara dan dikembangkan sehingga kegiatan budidayanya banyak tersebar di Indonesia. Spesies ini merupakan kelompok ikan yang memiliki dimorfisme kelamin yang terlihat dari ciri seksual sekunder pada individu jantan dan betina. Ikan cupang jantan lebih digemari karena keindahan warna, bentuk sirip punggung, sirip anal, dan sirip ekornya (Monvises *et al.* 2009, Wahyudewantoro 2017, Lichak *et al.* 2022). Karena itu dalam budidaya ikan cupang dapat dilakukan produksi tunggal kelamin (monoseks) jantan untuk memberikan keuntungan.

Strategi pengarahan perkembangan kelamin ikan dapat dilakukan melalui pengarahan perkembangan kelamin ikan (*sex reversal*) (Devlin & Nagahama 2002, Zairin 2004). Teknologi ini dapat dilakukan melalui pemberian hormon sintesis (Herjayanto *et al.* 2019, Safir *et al.* 2021), pengaturan suhu media pemeliharaan (Afriyaningrum *et al.* 2016) atau bahan alami yang dapat membuat ikan menjadi jantan (maskulinisasi) (Devlin & Nagahama 2002, Zairin 2004). Salah satu bahan alami yang dapat digunakan yaitu madu lebah yang telah dilaporkan keberhasilannya untuk maskulinisasi ikan. Kemampuan madu mengarahkan perkembangan kelamin ikan menjadi jantan disebabkan oleh kandungan kalium dan flavonoid seperti *chrysin*. Kandungan madu tersebut memiliki mekanisme menghambat aktivitas aromatase (Heriyati *et al.* 2015, Balam *et al.* 2020) yaitu enzim yang mengkatalis pembentukan estrogen dari androgen (Piferrer & Blázquez 2005).

Penggunaan madu untuk maskulinisasi dapat dilakukan menggunakan metode perendaman. Penelitian penggunaan madu telah dilaporkan pada ikan hias gapi *Poecilia reticulata* (Soelistyowati *et al.* 2007, Nurlina & Zulfikar 2016), ikan cupang (Lubis *et al.* 2017, Siregar *et al.* 2018, Laheng *et al.* 2022), ikan platy *Xipophorus sp.* (Johan & Hasby 2021), dan ikan nila *Oreochromis niloticus* (Heriyati *et al.* 2015). Umumnya pemberian dapat dilakukan melalui perendaman telur ikan yang telah memasuki fase embrio bintik mata (Zairin 2004, Indreswari *et al.* 2017, Laheng *et al.* 2022). Berdasarkan hal tersebut, maka tujuan penelitian adalah untuk mengkaji penggunaan madu terhadap keberhasilan maskulinisasi ikan cupang melalui metode perendaman embrio. Keberhasilan maskulinisasi dianalisis melalui karakteristik madu, persentase ikan jantan, tingkat penetasan telur, dan sintasan pada akhir pemeliharaan ikan cupang.

BAHAN DAN METODE



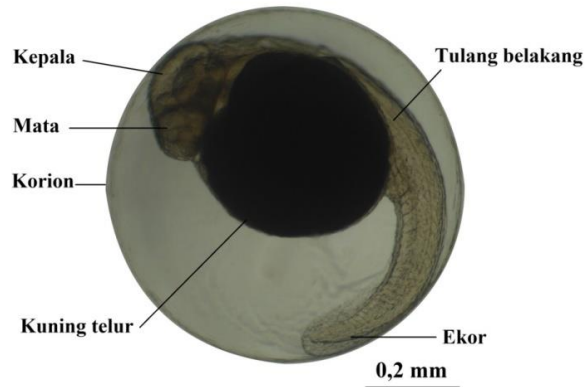
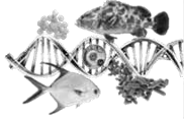
Persiapan induk ikan

Induk ikan cupang yang digunakan berasal dari pembudidaya ikan hias di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Jumlah induk yang disiapkan sebanyak lima pasang. Panjang total induk ikan yang digunakan 4,5-5,0 cm. Umur induk ikan 5 bulan. Ikan jantan dan betina diadaptasikan di Laboratorium Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Tadulako. Ikan dipelihara selama satu minggu di dalam wadah soliter berukuran diameter alas 15 cm, tinggi 20 cm dan diisi air 16 cm. Pakan yang digunakan yaitu jentik nyamuk yang diberikan pada pagi dan sore secara *at satiation*. Penyifonan feses dilakukan setiap hari. Pergantian air dilakukan tiap tiga hari sekali sebanyak 30%. Kualitas air selama pemeliharaan induk dipertahankan dengan kisaran suhu 24-30°C, pH 7-8 dan oksigen terlarut 2,45-3,54 mg L⁻¹. Induk ikan yang matang gonad dipilih untuk dipijahkan. Karakteristik induk ikan cupang yang matang gonad berdasarkan Arfah *et al.* (2013) yaitu ciri ikan cupang jantan yang siap memijah yaitu telah membuat sarang busa. Ciri ikan cupang betina yang siap mijah yaitu perut gemuk dan terlihat bintik putih pada lubang urogenital.

Pemijahan dan panen telur ikan

Pemijahan diawali dengan kegiatan perjodohan induk ikan cupang. Induk ikan cupang jantan terlebih dahulu dimasukkan ke dalam wadah pemijahan berukuran diameter alas 24,5 cm, diameter atas 28,5 cm, tinggi 25,5 cm dan diisi air 15 cm. Induk ikan betina dimasukkan ke dalam wadah bening dan diletakkan di tengah wadah pemijahan. Selain itu, potongan plastik bening ditambahkan di dalam wadah pemijahan sebagai tempat ikan jantan membuat sarang busa. Setelah ikan jantan membuat sarang busa (< 24 jam setelah perjodohan), ikan betina disatukan di dalam wadah pemijahan (sore atau malam hari). Umumnya pemijahan terjadi 15 jam setelah pemasangan induk (pagi atau siang hari). Proses pemijahan berlangsung selama ±3 jam. Tingkah laku pemijahan ikan cupang yaitu ikan jantan merapatkan tubuhnya ke ikan betina membentuk huruf 'U' dan beberapa saat mereka diam dan melayang di dalam air. Setelah beberapa saat telur ke luar dan jatuh ke dasar wadah. Ikan jantan kemudian memungut telur menggunakan mulutnya dan kemudian diletakkan di sarang busa. Setelah pemijahan berakhir, ikan betina dikeluarkan dari wadah pemijahan, sedangkan ikan jantan dibiarkan menjaga telur. Embrio yang digunakan untuk perlakuan maskulinisasi berasal dari hasil pemijahan sepasang induk ikan.

Panen telur dilakukan pada saat embrio berumur 20 jam setelah pembuahan. Telur tersebut telah memasuki fase organogenesis yaitu embrio bintik mata yang terlihat dari organ mata yang jelas (Zairin 2004) (Gambar 1). Telur diambil menggunakan sendok, kemudian dihitung sebanyak 30 butir untuk tiap unit percobaan. Total telur yang dibutuhkan sebanyak 600 butir yang diperoleh dari satu induk ikan betina.



Gambar 1. Embrio ikan cupang umur 20 jam setelah pembuahan pada suhu inkubasi 27-28°C.

Persiapan larutan madu

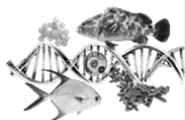
Maskulinisasi ikan cupang menggunakan madu hasil budidaya kelompok peternak lebah madu, Kembang Sari Murni, Desa Lolu, Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah. Media perendaman dibuat dengan cara melarutkan madu sesuai dosis perlakuan di dalam 1 L air tawar. Kandungan kalium dan pH madu dianalisis di Laboratorium Unit Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako.

Perlakuan maskulinisasi

Dosis madu (mL L^{-1} air) yang digunakan adalah 5, 10, 15, 20, dan 25. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali, sehingga terdapat 20 unit percobaan. Metode yang digunakan yaitu perendaman embrio sebanyak 30 butir dalam larutan madu berdasarkan dosis perlakuan. Lama perendaman dilakukan selama 7 jam (Zairin, 2004). Wadah perendaman memiliki ukuran diameter alas 15 cm dan tinggi 20 cm. Kualitas air selama perlakuan perendaman embrio dipertahankan dengan kisaran suhu 27-28°C, pH 6-8, dan oksigen terlarut 2,67-3,65 mg L^{-1} .

Penetasan telur dan pemeliharaan larva

Embrio ikan cupang diinkubasi di dalam wadah berukuran diameter alas 24,5 cm, diameter atas 28,5 cm, tinggi 25,5 cm dan diisi air 3 cm. Wadah inkubasi tidak ditambahkan aerasi. Setelah menetas, dilakukan penghitungan jumlah larva untuk mengetahui tingkat penetasan. Larva selanjutnya tetap dipelihara di dalam wadah yang sama sampai umur 90 hari setelah menetas (hsm). Tinggi air dinaikkan secara bertahap, sehingga setelah umur 30 hari tinggi air di wadah pemeliharaan yaitu 20 cm. Larva yang baru menetas tidak diberi pakan karena masih terdapat cadangan makanan yaitu kuning telur (*yolk*). Ukuran panjang total larva umur 0 hsm yaitu 0,4 cm. Jenis dan cara pemberian pakan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 1. Penyifonan feses dan pergantian air dilakukan seperti saat kegiatan pemeliharaan induk. Kualitas air selama pemeliharaan yaitu suhu 24-30°C, pH 7-8, dan oksigen terlarut 2,25-3,56 mg L^{-1} .

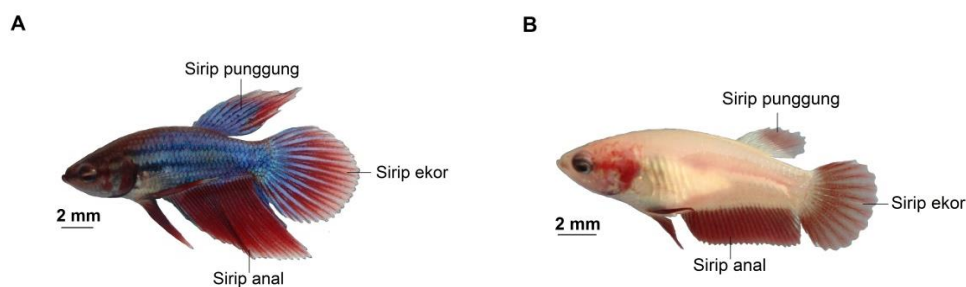


Tabel 1. Jenis dan cara pemberian pakan ikan cupang berdasarkan umur

Jenis pakan	Sistem pemberian pakan	Umur (hsm)
Suspensi kuning telur ayam rebus	<i>At satiation</i> (pagi, siang, sore, malam)	3-5
Naupli Artemia (hidup)	<i>At satiation</i> (pagi dan sore)	5-30
Cacing sutera (hidup)	<i>At satiation</i> (pagi dan sore)	30-60
Cacing darah (beku/segar)	<i>At satiation</i> (pagi dan sore)	60-90

Keterangan: hsm: hari setelah menetas

Selama pemeliharaan dilakukan pengamatan jumlah ikan yang mati tiap 15 hari, sintasan dan jumlah ikan jantan pada akhir penelitian. Pengamatan ikan jantan berdasarkan metode Arfah *et al.* (2015) yaitu melihat ciri kelamin sekunder pada ukuran sirip punggung, sirip ekor, dan sirip anal. Ikan cupang jantan memiliki sirip yang lebih panjang dibandingkan ikan cupang betina (Gambar 2).



Gambar 2. Ciri morfologi ikan cupang jantan (A) dan betina (B).

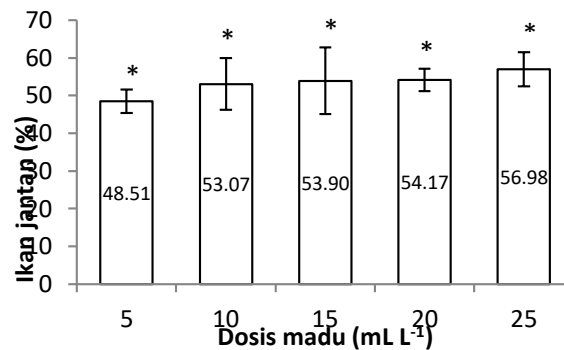
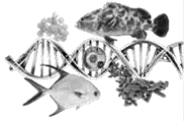
Prosedur analisis data

Data persentase ikan jantan dan sintasan umur 90 hsm dianalisis ragam dengan tingkat kepercayaan 95%, kemudian diuji lanjut menggunakan uji Tukey. Kedua data tersebut merupakan data primer untuk melihat tingkat keberhasilan maskulinisasi ikan. Data tingkat penetasan telur dan tingkat mortalitas tiap 15 hari dianalisis secara deskriptif karena merupakan data sekunder untuk melihat tingkat keberhasilan maskulinisasi ikan. Data diolah menggunakan Minitab 16 dan *Microsoft Excel* 2010, dan disajikan dalam bentuk gambar.

HASIL

Karakteristik madu dan Persentase ikan jantan

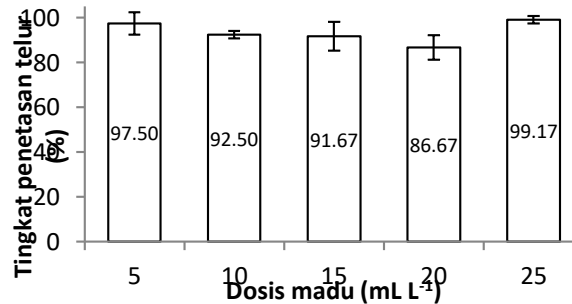
Berdasarkan hasil analisis diperoleh kandungan madu alami yang digunakan yaitu pH 4 dan kalium 0,31%. Perendaman embrio dalam larutan madu dengan dosis berbeda tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah ikan cupang jantan yang dihasilkan ($p > 0,05$). Persentase ikan jantan yang diperoleh pada semua perlakuan yaitu berkisar $48,51 \pm 3,13\%$ sampai $56,98 \pm 4,58\%$ (Gambar 3).



Gambar 3. Persentase jantan ikan cupang *Betta splendens* pada umur 90 hari setelah menetas berdasarkan perlakuan dosis madu. Tanda bintang (*) menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha=0,05$.

Tingkat penetasan

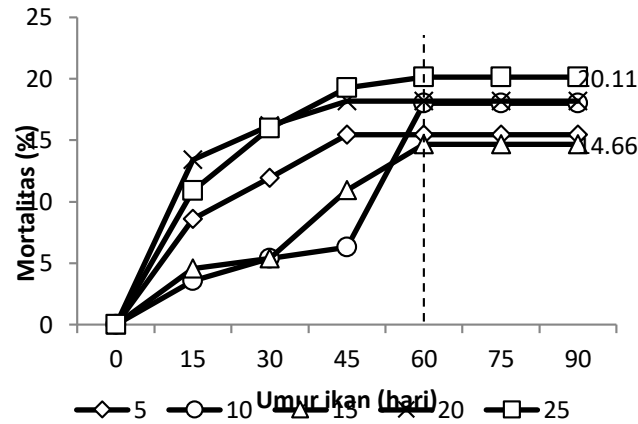
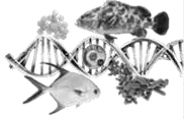
Tingkat penetasan telur ikan cupang pada semua perlakuan penggunaan madu berkisar $86,67 \pm 5,44\%$ sampai $99,17 \pm 1,67\%$ (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa pemaparan embrio di dalam larutan madu tidak berdampak negatif terhadap perkembangan embrio dan proses penetasan telur ikan cupang.



Gambar 4. Tingkat penetasan telur ikan cupang *Betta splendens* berdasarkan perlakuan dosis madu.

Mortalitas

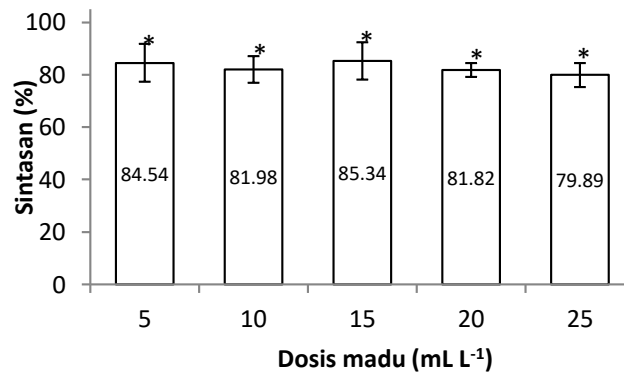
Pada awal pemeliharaan larva ikan mengalami kematian. Hal ini terjadi sampai ikan berumur 60 hari setelah menetas (hsm). Namun, setelah umur 60 hsm tidak ditemukan ikan cupang yang mati (Gambar 5).



Gambar 5. Mortalitas ikan cupang *Betta splendens* tiap 15 hari berdasarkan perlakuan dosis madu.

Sintasan

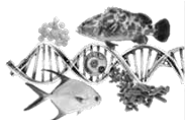
Perendaman embrio ikan cupang dalam larutan madu dengan dosis berbeda tidak memberikan pengaruh terhadap sintasan ikan cupang pada umur 90 hsm ($P>0,05$). Sintasan ikan cupang umur 90 hsm pada semua perlakuan berkisar antara $79,89\pm 4,50\%$ sampai $85,34\pm 7,10\%$ (Gambar 6).



Gambar 6. Sintasan ikan cupang *Betta splendens* pada umur 90 hari setelah menetas berdasarkan perlakuan dosis madu. Tanda bintang (*) menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha=0,05$.

PEMBAHASAN

Pengarahan perkembangan kelamin yang berlawanan (seks reversal) pada ikan dilakukan pada fase gonad belum definitif dan masih labil untuk diarahkan (Devlin & Nagahama 2022, Zairin 2004). Penggunaan telur fase embrio bintik mata telah terbukti dapat digunakan untuk perlakuan seks reversal (Zairin 2004, Indreswari *et al.* 2017, Laheng *et al.* 2022). Telur dianggap cukup kuat serta bahan pengarah perkembangan



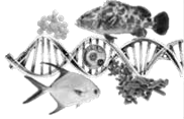
kelamin dapat masuk secara difusi untuk mempengaruhi embrio yang sedang berkembang. Kandungan madu yaitu kalium dapat mempengaruhi perkembangan kelamin ikan menjadi jantan. Pemberian madu bakau dan madu hutan yang memiliki kalium masing-masing 0,33% dan 0,35% dapat menghasilkan nilai jantan 98,76% dan 100% (Heriyati *et al.* 2015). Karena itu nilai kalium 0,31% pada madu yang digunakan dalam penelitian ini masih tinggi. Selain itu madu juga memiliki kandungan *chrysin*. Bahan ini memiliki fungsi menghambat aktivitas enzim aromatase yang mengubah androgen menjadi estrogen (Heriyati *et al.* 2015, Balam *et al.* 2020). Kalium dan *chrysin* dapat menekan ekspresi gen aromatase tipe gonad (aroma-g) pada ikan setelah jam ke-12 pascaperlakuan perendaman. Penghambatan aktivitas aromatase menyebabkan androgen di dalam tubuh ikan menjadi tinggi, sehingga ikan menjadi jantan (Heriyati *et al.* 2015).

Pada penelitian ini dosis madu 25 mL L⁻¹ belum dapat meningkatkan secara signifikan jumlah ikan cupang jantan. Jumlah ikan jantan yang dihasilkan dalam perlakuan maskulinisasi dapat dipengaruhi oleh dosis dan jenis bahan, lama paparan atau perendaman, stadia dan spesies ikan (Tabel 2). Hasil yang tidak signifikan pada penelitian ini diduga karena lama waktu perendaman yang singkat (7 jam) sehingga bahan aktif madu tidak terdifusi dengan optimal ke dalam embrio. Peredaman embrio ikan selama 12 jam menggunakan dosis madu yang lebih rendah (5 mL L⁻¹) dapat menghasilkan jumlah jantan 86,19% (Laheng *et al.* 2022). Selain itu jenis madu yang digunakan juga dapat mempengaruhi keberhasilan maskulinisasi ikan. Heriyati *et al.* (2015) melaporkan penggunaan madu ternak dapat menghasilkan ikan nila jantan sebanyak 97,70%. Penggunaan madu hutan menghasilkan 98,76% jantan dan madu bakau menghasilkan 100% jantan.

Tabel 2. Hasil maskulinisasi ikan menggunakan madu

Ikan	Stadia	Dosis (mL L ⁻¹)	Perendaman (jam)	Jantan (%)	Referensi
Cupang	Embrio				
	20 jsp	25	7	56,98	Penelitian ini
	28 jsp	5	12	86,19	Laheng <i>et al.</i> 2022
	Larva				
	5 hsm	5	12	81,75	Laheng <i>et al.</i> 2022
	5 hsm	5	12	77,33	Lubis <i>et al.</i> 2017
	4 hsm	5	24	81,14	Siregar <i>et al.</i> 2018
Gupi	Betina	60	10	59,50	Soelistyowati <i>et al.</i> 2007
	bunting	60	15	89,93	Nurlina & Zulfikar 2016
Platy	Larva 3	5	12	72,25	Johan & Hasby 2021
	hsl				
Nila	Larva	10	10	100,00	Heriyati <i>et al.</i> 2015
	12 hsm				

Keterangan: jsp: jam setelah pemuahan, hsm: hari setelah menetas, hsd: hari setelah lahir.



Sebagai bahan alami penggunaan madu dengan dosis tertinggi pada penelitian ini tidak memberikan kematian yang tinggi pada embrio cupang. Hal ini terlihat pada tingkat penetasan telur berkisar 86,67-99,17% pada semua perlakuan (Gambar 4). Stadia embrio dan larva cupang nampaknya kuat terhadap paparan madu. Penggunaan dosis madu 5 mL L⁻¹ memberikan sintasan embrio dan larva 100% (Laheng *et al.* 2022), sintasan larva 98,33% setelah 12 jam perendaman (Lubis *et al.* 2017). Pada perendaman yang lebih lama yaitu 24 jam menghasilkan sintasan 81,10% setelah perendaman (Siregar *et al.* 2018). Semakin tinggi dosis menyebabkan sintasan selama perendaman menurun (Lubis *et al.* 2017).

Pengaruh perendaman madu tidak memberikan kematian yang tinggi pada awal hidup larva cupang. Kematian ikan tidak ditemukan setelah umur 60 hari setelah menetas (hsm) (Gambar 5). Hal ini diduga berkaitan dengan perkembangan ikan cupang yang mencapai stadia juvenil pada umur 32 hsm (Valentin *et al.* 2013) dan 40 hsm (Poungcharean & Limpivadhana 2022). Karena itu setelah umur 60 hsm ikan lebih kuat dan diduga organ labirin juga telah berfungsi dengan baik. Penggunaan madu pada ikan lain juga memberikan sintasan akhir pemeliharaan yang tinggi seperti ikan cupang 86,19-97,78% (Laheng *et al.* 2022), 90% (Siregar *et al.* 2018) dan 100% (Lubis *et al.* 2017). Oleh karena itu, madu merupakan bahan yang aman digunakan untuk maskulinisasi ikan.

KESIMPULAN

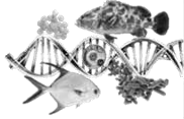
Pemberian madu yang mengandung 0,31% kalium melalui perendaman embrio fase bintik mata selama 7 jam belum dapat meningkatkan jumlah jantan secara signifikan. Pada dosis madu 25 mL L⁻¹ air menghasilkan 56,98±4,58% jantan, tingkat penetasan telur 99,17±1,67%, dan sintasan umur 90 hari setelah menetas 79,89±4,50%.

UCAPAN TERIMAKASIH

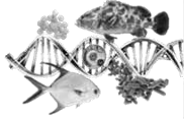
Terima kasih banyak kepada Bapak Suryadi yang membantu menyiapkan induk ikan cupang. Bapak Herman, Ibu Hujah, dan Saudara Muh. Juraid atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian. Ibu Mayse Sofien Siby dan Ibu Irmawati atas bantuannya di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyaningrum MD, Soelistyowati DT, Alimuddin, Zairin MJr, Setiawati M, Hardiantho D. 2016. Maskulinisasi ikan nila melalui perendaman larva pada suhu 36°C dan kadar residu 17 α -metiltestosteron dalam tubuh ikan. *Omni-Akuatika*, 12(3): 106-113.
- Arfah H, Soelistyowati DT, Bulkini A. 2015. Maskulinisasi ikan cupang *Betta splendens* melalui perendaman embrio dalam ekstrak purwoceng *Pimpinella alpina*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 12(2): 144-149.



- Balam FH, Ahmadi ZS, Ghorbani A. 2020. Inhibitor effect of chrysin on estrogen biosynthesis by suppression of enzyme aromatase (CYP19): a systematic review. *Heliyon*, 6(e03557): 1-8. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03557.
- Devlin RH, Nagahama Y. 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture*, 208(3-4): 191-364.
- Herjayanto M, Carman O, Soelistyowati DT. 2019. Maskulinisasi ikan pelangi *Iriatherina wernerii* Meinken, 1974 menggunakan hormon 17 α -metiltestosteron melalui perendaman embrio. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 4(2): 31-37.
- Heriyati E, Alimuddin, Arfah H, Sudrajat AO. 2015. Ekspresi gen aromatase pada pengarahannya diferensiasi kelamin ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1758) menggunakan madu. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 15(1): 39-50.
- Indreswari AR, Susilowati T, Yuniarti T. 2017. Pengaruh pemberian propolis melalui perendaman embrio dengan dosis yang berbeda terhadap keberhasilan jantanisasi pada ikan cupang (*Betta splendens*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(4): 20-29.
- Iryanto, Amir S, Setyono BDH. 2021. Pengaruh lama waktu perendaman larva ikan cupang dalam madu terhadap persentase jenis kelamin. *Jurnal Perikanan*, 11(1): 56-65. doi: 10.29303/jp.v11i1.150.
- Johan TI, Hasby M. 2021. Effectiveness of sialang forest honey in maleisation of the palty pedang fish (*Xiphophorus* sp.). *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 25(1): 953-963. doi: 10.21608/EJABF.2021.164361.
- Laheng S, Putri DU, Putri IW, Kantri. 2022. Efektifitas maskulinisasi ikan cupang (*Betta splendens*) menggunakan madu dan air kelapa. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 10(2): 150-159.
- Lichak MR, Barber JR, Kwon YM, Francis KX, Bendesky A. 2022. Care and use of siamese fighting fish (*Betta splendens*) for research. *Comparative Medicine*, 72(3): 169-180. doi: 10.30802/AALAS-CM-22-000051.
- Lubis MA, Muslim, Fitriani M. 2017. Maskulinisasi ikan cupang (*Betta* sp.) menggunakan madu alami melalui metode perendaman dengan konsentrasi berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 5(1): 97-108.
- Monvises A, Nuangsaeng B, Sriwattanothai N, Panjipan B. 2009. The siamese fighting fish: well-known generally but little-known scientifically. *Science Asia*, 35(1): 8-16. doi: 10.2306/scienceasia1513-1874.2009.35.008.
- Nurlina, Zulfikar. 2016. Pengaruh lama perendaman induk ikan guppy (*Poecilia reticulata*) dalam madu terhadap nisbah kelamin jantan (*sex reversal*) ikan guppy. *Acta Aquatica*, 3(2): 75-80.
- Piferrer F, Blázquez M. 2005. Aromatase distribution and regulation in fish. *Fish Physiology and Biochemistry*, 31(2-3): 215-26. doi:10.1007/s10695-006-0027-0.
- Poungcharean S, Limpivadhana D. 2022. Morphology of developing larvae and a dichotomous key for five bubble-nesting *Betta* species (Teleostei: Osphronemidae). *Zootaxa*, 5214(1): 104-116. doi: 10.11646/zootaxa.5214.1.4.



- Safir M, Ndobe S, Madinawati, Mangitung SF, Serdiati N, Ryaldi M. 2021. Pengaruh perendaman larva ikan *Pterapogon kauderni* dengan hormon 17α -methyltestosteron menggunakan dosis yang berbeda terhadap rasio kelamin jantan. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(2): 130-139. doi: 10.36084/jpt..v9i2.330.
- Siregar S, Syaifudin M, Wijayanti M. 2018. Maskulinisasi ikan cupang menggunakan madu alami melalui metode perendaman. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 6(2): 141-152.
- Soelistyowati DT, Martati E, Arfah H. 2007. Efficacy of honey on sex reversal of guppy (*Poecilia reticulata* Peters). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 6(2) : 155-160. doi: 10.19027/jai.6.155-160.
- Valentin FN, do Nascimento NF, da Silva RC, Fernandes JBK, Giannecchini LG, Nakaghi LSO. 2013. Early development of *Betta splendens* under stereomicroscopy and scanning electron microscopy. *Zygote*, 23(2): 1-10. doi: 10.1017/S0967199413000488.
- Wahyudewantoro G. 2017. Mengenal cupang (*Betta* spp.) ikan hias yang gemar bertarung. *Warta Iktiologi*, 1(1): 28-32.
- Zairin MJr. 2004. *Memproduksi Benih Ikan Jantan atau Betina*. Penebar Swadaya. Jakarta.