

## Pengaruh perendaman larva dengan berbagai dosis madu sumbawa terhadap nisbah jenis kelamin dan pertumbuhan ikan nila, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

[Effect of immersion of larvae at multiple doses sumbawa honey on sex ratio and growth of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

Neri Kautsari✉, Siti Rahma, Dedy Syafikri

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Samawa  
Jln Raya Sering, Sering, Sumbawa. Kode pos: 61213

Diterima: 6 November 2014; Disetujui: 19 Mei 2015

### Abstrak

Salah satu usaha pembudidaya dalam meningkatkan produksi adalah dengan cara memelihara populasi tunggal kelamin (monoseks) jantan. Madu merupakan salah satu bahan alami yang mengandung crysin dan penghambat aromatase berperan dalam proses pemaskulinan ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh perendaman larva ikan nila *Oreochromis niloticus* (L) dalam media pemeliharaan yang mengandung beberapa dosis madu sumbawa terhadap nisbah kelamin, pertumbuhan, dan laju pertumbuhan. Metode yang digunakan adalah eksperimen Rancangan Acak Lengkap satu faktor, dengan perlakuan dosis madu sumbawa ( $0 \text{ ml L}^{-1}$ ,  $10 \text{ ml L}^{-1}$ ,  $20 \text{ ml L}^{-1}$ , dan  $30 \text{ ml L}^{-1}$ ). Larva ikan nila direndam pada masing-masing perlakuan selama 12 jam dan tiap perlakuan memiliki tiga ulangan dengan 30 ekor ikan pada tiap perlakuan. Untuk menentukan adanya pengaruh dosis madu sumbawa terhadap keseluruhan parameter penelitian, dilakukan analisis dengan menggunakan ANOVA (*analysis of variance*) pada taraf kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan dosis madu yang diberikan dalam proses perendamannya tidak berpengaruh nyata terhadap nisbah kelamin ikan dan pertumbuhan ikan nila.

Kata penting: madu sumbawa, nisbah kelamin, *Oreochromis niloticus*, pertumbuhan

### Abstract

One of the efforts of farmers to improve their production is through the cultivation of single sex populations (monosex) male. Honey is a natural ingredient that contains crysin and aromatase inhibitors that play a role in the process of masculinization of fish. This study aimed to determine the effect of immersion larvae of tilapia *Oreochromis niloticus* (L) on media containing multiple doses of sumbawa honey against sex ratio, growth and growth rate. The experimental method with a completely randomized design was used. The amount of treatment used in this study was four treatments ( $0 \text{ ml L}^{-1}$ ,  $10 \text{ ml L}^{-1}$ ,  $20 \text{ ml L}^{-1}$ , and  $30 \text{ ml L}^{-1}$ ) with three replications. Each treatment consisting of 30 fish. Immersions of larvae for 12 hours. To determine the effect of a dose of honey sumbawa to all parameters, ANOVA (*analysis of variance*) at the level of 95% was performed. The results showed that differences in honey doses given in the immersion process did not have a significant effect on the sex ratio and growth of tilapia.

Keywords: growth, *Oreochromis niloticus*, sex ratio, sumbawa honey

### Pendahuluan

Ikan nila (*O. niloticus*) merupakan jenis ikan konsumsi yang sangat mudah dikembangkan serta sangat mudah dipasarkan. Teknik budi daya yang sangat mudah dan pemasarannya yang cukup luas menyebabkan budi daya ikan nila sangat layak dilakukan, baik skala rumah tangga maupun skala besar atau industri. Besarnya peluang pasar ikan nila membuat masyarakat

pelaku budi daya ikan terus meningkatkan produksinya.

Salah satu upaya pembudidaya dalam meningkatkan produksi adalah memelihara populasi tunggal kelamin (monoseks) jantan. Hasil penelitian Chakraborty *et al.* (2011) menunjukkan bahwa budi daya ikan dengan sistem tunggal kelamin jantan memberikan hasil produksi yang lebih tinggi dibandingkan budi daya campuran (jantan dan betina). Hal ini disebabkan pada ikan nila terdapat fenomena dimorfisme seksual yaitu suatu kondisi yang menunjukkan bahwa pertumbuh-

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: [nerikautsari040185@gmail.com](mailto:nerikautsari040185@gmail.com)

an ikan nila jantan lebih cepat daripada ikan nila betina (Bwanika *et al.* 2007). Beberapa penelitian juga menyatakan bahwa budi daya ikan nila tunggal kelamin jantan menghasilkan produksi yang lebih tinggi dengan waktu panen yang lebih cepat (Mair *et al.* 1995, Chapman 2000, Dan & Little 2000, dan Little *et al.* 2003). Teknik mengubah jenis kelamin secara buatan dari ikan betina menjadi jantan dinamakan teknik pembalikan kelamin (*sex reversal*).

Pembalikan kelamin pada ikan biasanya dilakukan dengan menggunakan hormon sintetis 17-alfa metiltestosteron (MT). Penggunaan hormon oleh pembudidaya ikan sudah sering dilakukan akan tetapi memiliki dampak yang cukup merugikan, diantaranya menimbulkan pencemaran lingkungan dan merusak kelestarian lingkungan. Walson *et al.* (2003) dan Andersen *et al.* (2006) melaporkan bahwa residu anabolik 17 $\alpha$ -MT yang terlepas ke dalam perairan berbahaya bagi reproduksi manusia dan hewan lainnya yang terkontaminasi dengan air dari perairan tersebut; namun Bartholomew & David R (2000) menyatakan bahwa 17 $\alpha$ -MT tidak memiliki dampak negatif terhadap manusia. Melihat adanya potensi permasalahan lingkungan, diperlukan penggunaan bahan alternatif lain yang aman dan ramah lingkungan untuk melakukan pembalikan jenis kelamin. Salah satu cara yang dianggap aman yaitu penggunaan bahan alami, diantaranya dengan menggunakan madu.

Penggunaan madu pada metode pembalikan kelamin dikarenakan madu mengandung *crystin* dari jenis *flavonoid* yang mempunyai aktifitas sebagai penghambat aromatase (Pichichero *et al.* 2010, Oliveira *et al.* 2012, dan Kitano *et al.* 2000). Selain berpengaruh pada pembalikan kelamin, madu juga memengaruhi pertumbuhan karena kandungan mineral dalam madu berperan penting dalam menunjang pertumbuhan dan ke-

langsungan hidup. Hal ini dinyatakan dari hasil penelitian Mukti (2009) yang menunjukkan bahwa pertumbuhan lobster meningkat dengan adanya penambahan madu. Davis & Gatlin (1996) menjelaskan bahwa mineral merupakan faktor yang memegang peranan penting dalam pertumbuhan ikan dan krustasea. Selain manfaat tersebut penggunaan madu juga mempunyai banyak keuntungan yaitu lebih murah, mudah didapat, ramah lingkungan, dan tidak bersifat karsinogenik dibandingkan dengan menggunakan hormon sintetis. Beberapa metode dalam pembalikan jenis kelamin telah digunakan diantaranya metode penambahan madu pada pakan induk (Mukti 2009) dan perendaman yang dilakukan oleh Damayanti (2013).

Beberapa penelitian telah banyak mengkaji mengenai pemanfaatan beberapa jenis madu dalam pembalikan jenis kelamin, pertumbuhan, dan kelulushidupan ikan. Penelitian Damayanti (2013) menyatakan bahwa penggunaan madu dalam proses perendaman larva ikan nila 20 mgL<sup>-1</sup> menghasilkan ikan nila jantan sebesar 81,43% dengan perendaman selama 24 jam. Mukti (2009) menyatakan bahwa penambahan madu dalam pakan induk lobster memberikan pengaruh yang nyata terhadap rasio kelamin. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa perbedaan jenis ikan, cara aplikasi, dan jenis madu memberikan pengaruh yang berbeda terhadap hasil yang diperoleh.

Madu sumbawa merupakan jenis madu yang memiliki kandungan kalium sebesar 206,76 mgL<sup>-1</sup> (berdasarkan hasil pengamatan langsung di laboratorium) dan lebih tinggi dibandingkan jenis madu lainnya yang memiliki kadar kalium 205 mgL<sup>-1</sup> (Damayanti 2013). Kandungan kalium dalam madu dapat meningkatkan jumlah kelamin jantan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Damayanti (2013) bahwa keberha-

silan perubahan kelamin jantan terbaik terjadi pada penggunaan konsentrasi madu tertinggi, semakin tinggi konsentrasi madu yang digunakan maka semakin tinggi kandungan kalium dalam perlakuan tersebut.

Berdasarkan tingginya kandungan kalium madu sumbawa dan untuk menambah nilai manfaat madu sumbawa maka diperlukan adanya penelitian mengenai pembalikan kelamin jantan (pemaskulinan) dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus* L) melalui proses perendaman larva dalam larutan madu sumbawa.

### Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan di Unit Pembibitan Rakyat (UPR) Desa Marente Kecamatan Alas, Kabupaten Sumbawa pada bulan Maret sampai dengan Mei 2014.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan yaitu perlakuan A dengan dosis madu 0 ml L<sup>-1</sup>, perlakuan B (dosis 10 ml L<sup>-1</sup>), perlakuan C (dosis 20 ml L<sup>-1</sup>), dan perlakuan D (dosis 30 ml L<sup>-1</sup>). Masing-masing perlakuan memiliki tiga ulangan. Madu sumbawa yang digunakan untuk perendaman larva mempunyai kandungan kalium 206,76 mgL<sup>-1</sup>. Larva ikan uji diambil dari telur ikan yang baru menetas dari pemijahan alami induk ikan nila dan masih memiliki kuning telur. Larva ikan uji kemudian direndam dalam masing-masing perlakuan selama 12 jam. Setelah perendaman selama 12 jam, ikan kemudian dikeluarkan dari wadah perendaman dan dimasukkan ke dalam wadah (akuarium) pemeliharaan berukuran 30 x 30 x 30 cm<sup>3</sup> yang dilengkapi aerasi dengan volume air adalah 10 L. Tiap akuarium berisi 30 ekor larva ikan nila. Larva ikan nila dipelihara selama 60 hari. Selama pemeliharaan, ikan diberi pakan komersial beru-

pa tepung pellet jenis HI-PRO-VITE PS-C dengan frekuensi tiga kali sehari secara *ad libitum*.

Pengamatan pertumbuhan dilakukan setiap dua minggu sekali selama penelitian. Jumlah ikan yang dijadikan sampel pada setiap minggu pengamatan adalah 10 ekor untuk tiap-tiap perlakuan. Setelah masa pemeliharaan 60 hari, ikan dipanen dan dilihat jenis kelaminnya dengan menggunakan bantuan *methylene blue* dan dihitung jumlah jantan betinanya. Nisbah jantan dan betina dihitung dengan cara membandingkan jumlah ikan jantan dan betina, yaitu:

$$\% \text{ jantan} = \frac{J}{(J + B)} \times 100\%$$

Keterangan: J= jumlah ikan berkelamin jantan (ekor), B= jumlah ikan berkelamin betina (ekor)

Analisis pertumbuhan dilakukan dengan menghitung nilai pertumbuhan panjang dan laju pertumbuhan harian. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Effendie 1997) :

$$L = L_t - L_o$$

Keterangan: L= pertumbuhan panjang, L<sub>t</sub>= panjang total rata-rata individu pada akhir percobaan, L<sub>o</sub>= panjang total rata-rata individu pada awal percobaan

$$W = W_t - W_o$$

Keterangan: W= pertumbuhan bobot, W<sub>t</sub>= bobot rata-rata individu pada akhir percobaan, W<sub>o</sub>= bobot rata-rata individu pada awal percobaan

Laju pertumbuhan ikan dapat dihitung dengan menggunakan rumus pertumbuhan spesifik (Effendie 1997):

$$\text{LPS} (\%) = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t_1 - t_0} \times 100\%$$

Keterangan: LPS= laju pertumbuhan spesifik (% hari), W<sub>t</sub>= bobot biomassa pada akhir penelitian (g), W<sub>o</sub>= bobot bio-massa pada awal penelitian (g), t<sub>1</sub>= waktu akhir penelitian (hari), t<sub>0</sub>= waktu awal penelitian (hari)

$$\text{LPS} (\%) = \frac{\ln L_t - \ln L_o}{t_1 - t_0} \times 100\%$$

Keterangan: LPS= laju pertumbuhan spesifik (% hari), L<sub>t</sub>= panjang pada akhir penelitian (g), L<sub>o</sub>= panjang pada awal penelitian (g), t<sub>1</sub>= waktu akhir penelitian (hari), t<sub>0</sub>= waktu awal penelitian (hari)

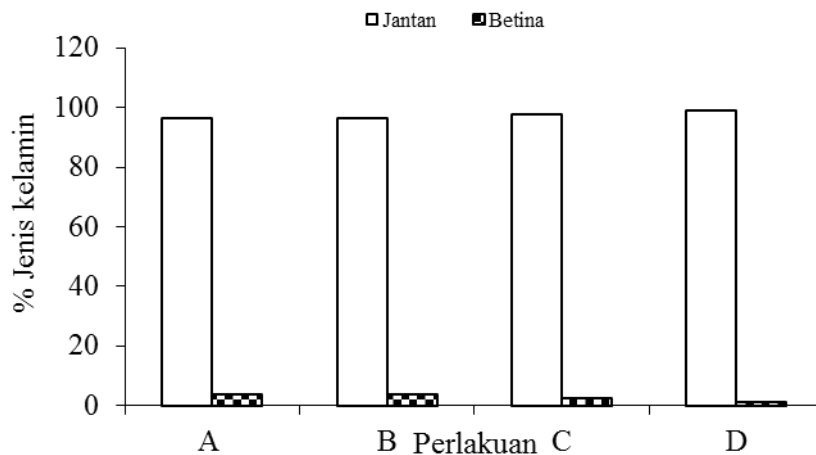
Data nisbah kelamin, pertumbuhan dan laju pertumbuhan dianalisis secara deskriptif.

### Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase ikan jantan pada ke empat perlakuan berkisar antara 96,33-98,89% dengan nilai rata-rata adalah 97,31%, sedangkan persentase ikan betina pada ke empat perlakuan berkisar antara 1,11-3,67% dengan nilai rata-rata adalah 2,68%. Berdasarkan hasil uji anova pada taraf kepercayaan 95%, persentase jantan dan betina pada ke-empat perlakuan tidak berbeda nyata. Hal ini mengindikasikan bahwa perendaman larva ikan nila (*O. niloticus*) tidak memberikan pengaruh terhadap nisbah kelamin terutama dalam pemaskulinan ikan nila. Hasil pengamatan terhadap nisbah ke-

lamin ikan nila (*O. niloticus*) ditampilkan pada Gambar 1 dan Tabel 1.

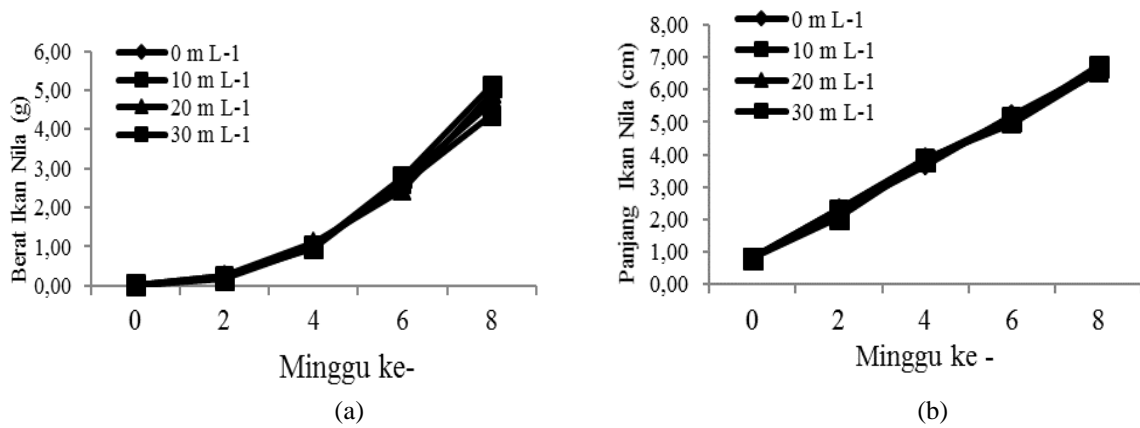
Nilai pertumbuhan panjang ikan nila pada empat perlakuan berkisar antara 5,74-5,80 cm dengan rata-rata pertambahan panjang tiap minggu ialah 1,45 cm, sedangkan nilai pertumbuhan bobot berkisar antara 4,34 – 5,09 g (Tabel 1). Hasil uji anova menunjukkan bahwa pertumbuhan panjang dan bobot antar perlakuan tidak berbeda nyata antar perlakuan. Hal tersebut menunjukkan bahwa perendaman madu sumbawa tidak memberi pengaruh terhadap pertumbuhan ikan nila (*O. niloticus*). Secara keseluruhan, pertumbuhan bobot berbeda nyata antar minggu pengamatan sedangkan pertumbuhan panjang tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada empat minggu pengamatan (Gambar 2).



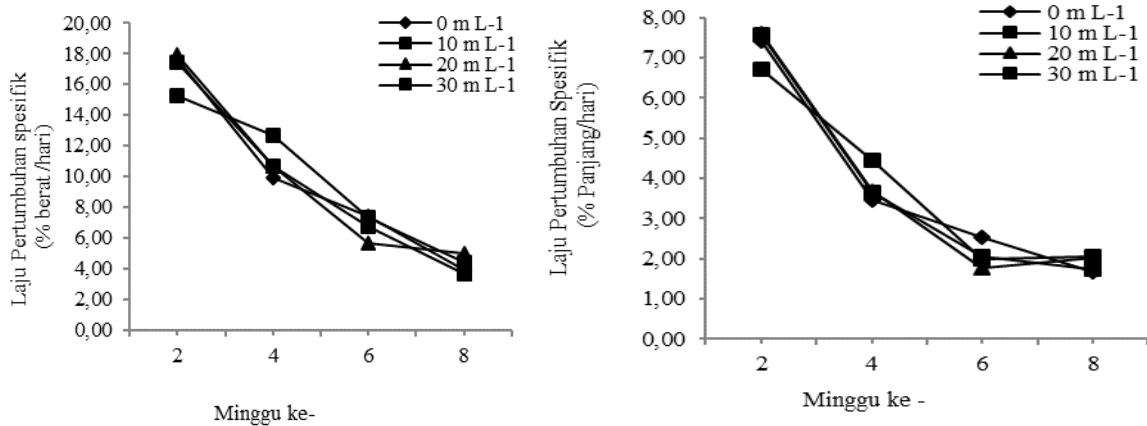
Gambar 1. Persentase jantan dan betina ikan nila (*Oreochromis niloticus*) hasil perendaman larva pada beberapa dosis madu sumbawa. A= 0 mg L<sup>-1</sup>. B= 10 mg L<sup>-1</sup>. C= 20 mg L<sup>-1</sup>. D= 30 mg L<sup>-1</sup>.

Tabel 1. Rata-rata persentase jantan dan betina dan pertumbuhan benih ikan nila (*O. niloticus*) hasil perendaman larva pada beberapa dosis madu sumbawa

Perlakuan dosis madu Sumbawa (ml L <sup>-1</sup> )	Parameter Uji			
	Jumlah jantan (%)	Jumlah betina (%)	Pertumbuhan bobot (g)	Pertumbuhan panjang (cm)
0 ml L <sup>-1</sup>	96,33	3,67	4,66	5,80
10 ml L <sup>-1</sup>	96,51	3,49	5,09	5,93
20 ml L <sup>-1</sup>	97,53	2,47	4,91	5,79
30 ml L <sup>-1</sup>	98,89	1,11	4,34	5,74



Gambar 2. Grafik pertambahan bobot (a) dan panjang (b) benih ikan nila (*O. niloticus*)



Gambar 3. Laju pertumbuhan spesifik benih ikan nila (*O. niloticus*) setiap minggu pada masing masing perlakuan: (a) laju pertumbuhan bobot spesifik dan (b) laju pertumbuhan panjang spesifik

Laju pertumbuhan spesifik (LPS) panjang dan bobot ikan nila cenderung menurun seiring dengan penambahan jumlah hari pemeliharaan pada setiap perlakuan (Gambar 3). Pada keseluruhan perlakuan, laju pertumbuhan bobot dan panjang spesifik tertinggi diperoleh pada pengamatan minggu ke-dua yaitu berturut-turut adalah 17,08% dari bobot tubuh per hari dan 7,32% dari panjang tubuh per hari. Pada minggu ke-empat, laju pertumbuhan bobot dan panjang menurun pada setiap perlakuan dan mencapai laju pertumbuhan terendah pada minggu ke-delapan yaitu 4,24% bobot tubuh per hari dan 4,24% panjang tubuh per hari.

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa laju pertumbuhan spesifik baik pertumbuhan bobot maupun pertumbuhan panjang tidak berbeda nyata antar perlakuan. Sama halnya dengan pertumbuhan yang menunjukkan bahwa perendaman madu sumbawa tidak memengaruhi laju pertumbuhan spesifik. Laju pertumbuhan spesifik berbeda nyata antar minggu pengamatan.

### Pembahasan

Pembalikan jenis kelamin merupakan suatu proses yang terjadi pada saat diferensiasi kelamin yaitu ketika otak embrio masih berada pada keadaan *bi-potensial* dalam pembentukan kela-

min secara fenotipe (morfologis, tingkah laku dan fungsi) (Borg 1994). Diferensiasi kelamin ikan dipengaruhi oleh faktor internal (genetik), eksternal (lingkungan), maupun interaksi keduanya. Faktor genetik yang memengaruhi arah diferensiasi kelamin antara lain sistem hormonal (endokrin) dan aksi gen pada kromosom maupun autosom. Pengaruh lingkungan antara lain penambahan bahan-bahan tertentu seperti hormon dan bahan kimiawi lainnya serta kondisi fisik-kimiawi media pemeliharaan ikan selama periode labil kelamin (Devlin & Nagahama 2002).

Pada penelitian ini, perendaman larva ikan nila tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nisbah kelamin dan pemaskulinan ikan nila (*O. niloticus* L). Tidak adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan diduga disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya perendaman larva tidak dilakukan sampai berakhirnya periode diferensiasi kelamin (waktu perendaman terlalu singkat). Menurut Hunter & Donaldson (1983), pemberian bahan tertentu pada pembalikan kelamin ikan yang berakhir sebelum masa diferensiasi kelamin hasilnya tidak efektif. Yamamoto (1969) menambahkan bahwa pengubahan kelamin akan sempurna jika perlakuan mulai diberikan pada saat dimulainya diferensiasi kelamin dan berlanjut sampai periode diferensiasi kelamin berakhir. Berdasarkan pernyataan tersebut, diduga bahwa perendaman larva ikan nila selama 12 jam masih belum efektif karena masa diferensiasi kelamin belum berakhir. Brodie (1991) menyatakan bahwa diferensiasi ikan nila terjadi sampai umur 10 hari setelah menetas. Selain karena belum berakhirnya periode diferensiasi, hal ini juga diduga karena adanya kelemahan metode perendaman. Zairin (2002) menyatakan bahwa kelemahan metode perendaman adalah hormon terlalu jauh untuk mencapai organ target. Pada perendaman larva, bila dosis madu dinaikkan, larva ikan bisa

mengalami stress dan mati, namun bila dosis terlalu rendah maka kemampuan hormon untuk pembalikan kelamin akan berkurang. Beberapa faktor lain yang memengaruhi keberhasilan suatu bahan dalam pembalikan kelamin menurut Nagy *et al.* (1981) ialah umur organisme, waktu pemberian, lama waktu pemberian dan dosis pemberian, metode pemberian serta faktor lingkungan.

Sama halnya dengan nisbah kelamin, pertumbuhan dan laju pertumbuhan baik bobot maupun panjang ikan tidak berbeda nyata antarperlakuan ( $p > 0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa perendaman larva dalam larutan madu sumbawa selama 12 jam tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan ikan nila. Tidak adanya pengaruh yang nyata antarperlakuan ini diduga terkait dengan nisbah kelamin ikan nila yang juga menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata antarperlakuan. Menurut hasil penelitian Chakraborty *et al* (2012), nilai laju pertumbuhan ikan nila lebih tinggi pada ikan yang dibudidayakan secara tunggal kelamin dibandingkan budi daya campuran (campuran antara jantan dan betina). Beberapa penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa budi daya ikan nila jantan sistem tunggal kelamin memiliki laju pertumbuhan spesifik (%) yang lebih tinggi dibandingkan budi daya campuran (Mair *et al.* 1995, Dan & Little 2000, Little *et al.* 2003). Berdasarkan hal tersebut, dapat diduga bahwa tidak adanya perbedaan yang nyata antarperlakuan terkait dengan tidak adanya perbedaan yang nyata pada nisbah kelamin antarperlakuan. Pada ke-empat perlakuan, perbandingan antara jenis kelamin jantan dan betina tidak berbeda nyata sehingga laju pertumbuhannya juga tidak berbeda nyata. Tingginya laju pertumbuhan spesifik ikan nila yang dibudidayakan dengan sistem tunggal kelamin dibandingkan budi daya campuran terkait dengan kurangnya penggunaan energi dalam produksi telur dan pemijahan pada

ikan jantan (Dan & Little 2000 dan TranDuy *et al.* 2008). Selain diduga karena tidak adanya perbedaan nisbah kelamin, tidak adanya perbedaan yang nyata pada laju pertumbuhan spesifik antarperlakuan juga terkait dengan waktu perendaman yang terlalu singkat.

### Simpulan

Pemberian madu sumbawa tidak memberi pengaruh yang nyata terhadap peningkatan jumlah kelamin jantan ikan nila. Perendaman larva dalam larutan madu sumbawa tidak berpengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan bobot dan panjang serta laju pertumbuhan spesifik panjang dan bobot ikan.

### Daftar pustaka

- Andersen L, Goto-Kazeto R, Trant JM, Nash JP, Korsgaard B, Bjerregaard P. 2006. Short-term exposure to low concentrations of the synthetic androgen methyl-testosterone affects vitellogenin and steroid levels in adult male Zebrafish (*Danio rerio*). *Aquatic Toxicology*, 76 (3-4): 343-352.
- Bartholomew W, David R. 2000. Human food safety and environmental assessment of the use of 17 $\alpha$ -methyltestosterone to produce male tilapia in the United States. *Journal of the World Aquaculture Society*, 31(3): 337-357
- Borg B. 1994. Androgen in teleost fish. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 109(3): 219-245
- Brodie A. 1991. Aromatase and its inhibitory. An overview. *Journal of Molecular Biology*, 40(6): 225-261
- Bwanika GN, Murie DJ, Chapman LJ. 2007. Comparative age and growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in lakes Nabugabo and Wamala, Uganda. *Hydrobiologia*, 589 (1): 287-301.
- Chakraborty SB, Mazumdar D, Chatterji U, Banerjee S. 2011. Growth of mixed-sex and monosex Nile tilapia in different culture systems. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11(3): 131-138
- Chapman FA. 2000. *Culture of hibride tilapia*. Reference profile. SIR. 1050. Univ of Florida. 5 p.
- Dan NC, Little DC. 2000. The culture performance of monosex and mixed-sex new-season and overwintered fry in three strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in northern Vietnam. *Aquaculture*, 184 (3): 221-231.
- Damayanti AD. 2013. Aplikasi madu untuk pengarahen jenis kelamin pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Depik*, 2(2): 82-86.
- Davis DA, Gatlin DM. 1996. Dietary mineral requirements of fish and marine crustaceans. *Reviews in Fisheries Science*, 4(1): 75-99
- Devlin RH, Nagahama Y. 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture*, 208 (3):191-364
- Effendie, MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 163 hlm.
- Oliveira GAR, Ferraz ERA, Souza AO, Lourenço RA, Oliveira DP, Dorta DJ. 2012. Evaluation of the mutagenic activity of chrysin, a flavonoid inhibitor of the aromatization process. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 75 (16-17): 1000-1011
- Hunter GA, Donaldson EM. 1983. Hormonal sex control and its application to fish culture. *In: Hoar WS, Randall DJ, Donaldson EM (eds.). Fish physiology Volume IX: Reproduction Part B (Behavior and Fertility Control)*. Academic Press, New York. pp 223-303.
- Kitano T, Takumane K, Nagahama Y, Abe S. 2000. Aromatase inhibitor and 17 $\alpha$ -methyltestosterone cause sex-reversal from genetical females to phenotypic males and suppression of P450 aromatase gene expression in Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Molecular Reproduction and Development*, 56(1): 1-5
- Little DC, Bhujel RC, Pham TA. 2003. Advanced nursing of mixed-sex and monosex tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry, and its impact on subsequent growth in fertilized ponds. *Aquaculture*, 221(1): 265-276.

- Mair GC, Abucay JS, Beardmore JA, Skibinski DOF. 1995. Growth performance trials of genetically male tilapia (GMT) derived from YY-males in *Oreochromis niloticus* L.: On station comparisons with mixed sex and sex reversed male populations. *Aquaculture*, 137(1): 313-322.
- Mukti AT. 2009. Pengaruh suplementasi madu dalam pakan induk betina terhadap persentase jantan dan betina, pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih lobster air tawar *red claw* (*Cherax quadricarinatus*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 8(1): 37-45.
- Nagy A, Beresenyi M, Canyi V. 1981. Sex reversal in carp by oral administration of methyltestosterone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38(6): 725-728
- Pichichero E, Cicconi R, Mattei M, Muzi MG, Canini A. 2010. Acacia honey and chrysin reduce proliferation of melanoma cells through alterations in cell cycle progression. *International Journal of Oncology*, 37(4): 973-981
- Tran-Duy A, Schrama JW, Dam AA, Verreth JAJ. 2008. Effects of oxygen concentration and body weight on maximum feed intake, growth and hematological parameters of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 275(1): 152-162.
- Walson S, Pohlmeier-Esch G, Pallen C, Palazzi X, Espuña G, Bars R. 2003. 17 $\alpha$ -methyltestosterone: 28-day oral toxicity study in the rat based in the 'enhanced OECD Test guideline 407' to detect endocrine effects. *Toxicology*, 192 (2-3): 119-137.
- Yamamoto T. 1969. Sex differentiation. In: Hoar WS, Randal DJ (ed). *Fish physiology. Vol. III (Reproduction and Growth; Bioluminescence, Pigments, and Poisons)*. Academic Press, New York. pp 117 - 192.
- Zairin M. 2002. *Sex reversal: memproduksi benih ikan jantan atau betina*. Penebar Swadaya. Jakarta. 95 hlm.