

Peningkatan pertumbuhan benih ikan tengadak, *Barbonymus schwanenfeldii* (Bleeker 1853) melalui pengaturan salinitas dan kalsium

[The increase growth of tinfoil barb seed, *Barbonymus schwanenfeldii* (Bleeker 1853) through the regulation of salinity and calcium]

Dini Islama^{1,✉}, Kukuh Nirmala², Ani Widiyati³

¹Politeknik Indonesia-Venezuela (Poliven), Aceh

Jln. Bandara Sultan Iskandar Muda Km 12. Aceh Besar 23372

²Departemen Budi Daya Perairan, FPIK IPB

Jln. Agatis Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

³Balai Penelitian dan Pengembangan Budi Daya Air Tawar, Bogor

Jln. Sempur No. 1 Bogor 16129

Diterima: 23 Desember 2013; Disetujui: 20 Mei 2014

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan salinitas dan kadar kalsium optimal pada media pemeliharaan untuk meningkatkan pertumbuhan benih ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*). Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap faktorial dengan tiga ulangan. Perlakuan meliputi tiga salinitas media yaitu 0, 3, dan 6 ppt serta empat penambahan kalsium yaitu 0, 10, 20, dan 30 mg L⁻¹. Padat penebaran ikan adalah 1 ekor L⁻¹ dengan rata-rata panjang total 2,00±0,03 cm dan bobot rata-rata awal 0,33±0,05 g. Masa pemeliharaan ikan berlangsung selama 40 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa salinitas media 3 ppt dan penambahan kalsium 20 mg L⁻¹ merupakan media pemeliharaan terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan benih ikan tengadak dengan laju pertumbuhan bobot rerata harian 6,54±0,19% dan pertumbuhan panjang mutlak 3,49±0,03 cm. Sintasan tertinggi juga ditunjukkan pada perlakuan tersebut yaitu 95,24%.

Kata penting: kalsium, pertumbuhan, salinitas, sintasan

Abstract

This study aimed to determine the optimal salinity and calcium levels in rearing media to increase the growth of tinfoil barb seed (*Barbonymus schwanenfeldii*). The experiment design was arranged in factorial completely randomized design with three replications. The treatment included three media salinity levels, that is, 0 ppt, 3 ppt, 6 ppt and four addition calcium, that is, 0 mg L⁻¹, 10 mg L⁻¹, 20 mg L⁻¹, and 30 mg L⁻¹. Fish stocking density was 1 individu L⁻¹ with an average length of 2.00±0.03 cm and an average initial weight of 0.33 ± 0.05 g. The culture period for one cycle of fish farming was 40 days. The result showed the combination of 3 ppt salinity media and addition 20 mg L⁻¹ calcium was the best rearing media to increase the growth of tengadak fish, that the parameters of daily average growth rate was 6.54±0.19 % and growth of absolute length was 3.49±0.03 cm. Highest survival rate was also achieved by that treatment of 95.24%.

Keywords: calcium, growth rate, salinitas, survival rate

Pendahuluan

Ikan tengadak, *Barbonymus schwanenfeldii* (Bleeker 1854), merupakan komoditas lokal daerah Kalimantan dan Sumatera yang memiliki potensi untuk dijadikan sebagai ikan budi daya. Umumnya ikan tengadak dijadikan sebagai salah satu komoditas ikan hias karena bentuk tubuh dan warnanya yang indah, namun pada ukuran dewasa ikan tengadak juga dijadikan sebagai

ikan konsumsi. Habitat ikan tengadak adalah sungai dan rawa banjiran (Huwoyon *et al.* 2010).

Pada kegiatan budi daya ikan tengadak, khususnya pembenihan masih ditemukan kendala pertumbuhan benih yang masih rendah. Menurut Prakoso *et al.* (2010), pertumbuhan bobot ikan tengadak hanya 16 gram selama lima bulan masa pemeliharaan. Pertumbuhan bobot ini cukup rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian Christensen (1994) yang menunjukkan bahwa ikan tengadak dapat tumbuh hingga 253 gram

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: diniislama@gmail.com

selama dua belas bulan pemeliharaan. Rendahnya tingkat pertumbuhan diduga karena belum optimalnya faktor eksternal seperti media pemeliharaan dalam mendukung kehidupan ikan tersebut.

Ikan tengadak seperti halnya ikan air tawar lainnya bersifat hiperosmotik terhadap lingkungan, sehingga dibutuhkan pengaturan tekanan osmotik agar air dan ion-ion antara tubuh dan lingkungannya berada dalam kondisi yang seimbang. Pengaturan tekanan osmotik media dapat dilakukan melalui pengaturan salinitas dan kalsium pada media pemeliharaan. Pada saat ikan tengadak dipelihara pada media salinitas yang mendekati kondisi isoosmotiknya maka kondisi ini dapat meminimalkan penggunaan energi untuk kerja osmotik sehingga ikan dapat meningkatkan pertumbuhannya. Menurut Carrion *et al.* (2005), semakin besar perbedaan tekanan osmotik akan mengakibatkan semakin besar energi yang digunakan untuk proses osmoregulasi dan pada akhirnya akan memengaruhi pertumbuhan ikan tersebut. Pada beberapa jenis ikan air tawar, salinitas optimal untuk pertumbuhan benih berbeda-beda. Pada ikan bawal, salinitas optimal untuk pertumbuhan berada pada 6 ppt (Djokosetyanto *et al.* 2008). Hasil penelitian Nirmala & Rasmawan (2010) juga menunjukkan bahwa benih gurame yang dipelihara pada salinitas 3 ppt mempunyai laju pertumbuhan bobot spesifik tertinggi sebesar 1,02%.

Mineral kalsium pada media pemeliharaan ikan juga mempunyai peranan penting dalam pembentukan jaringan tubuh dan osmoregulasi. Mineral kalsium bersama dengan ion kalium (K^+) berperan dalam mekanisme kerja osmotik ikan. Menurut Imsland *et al.* (2003), pada saat kondisi mineral media optimal maka kebutuhan energi untuk osmoregulasi akan berkurang, sehingga tersedia banyak energi yang dapat dipergunakan untuk pertumbuhan. Hasil penelitian Kadarini

(2009) menunjukkan bahwa benih ikan bala-shark (*Balantiocheilos melanopterus*) memiliki laju pertumbuhan bobot spesifik tertinggi $3,9 \pm 0,31\%$ pada salinitas media 3 ppt dan penambahan kalsium 20 mg L^{-1} .

Dengan adanya pengaturan salinitas dan kalsium pada media pemeliharaan ikan, diharapkan sel-sel organ tubuh ikan berada dalam cairan media dengan komposisi dan konsentrasi ionik yang sesuai dengan kebutuhannya, serta kebutuhan mineral penting dapat terpenuhi. Tujuan penelitian ini adalah menentukan salinitas dan kadar kalsium optimal pada media pemeliharaan untuk meningkatkan pertumbuhan benih ikan tengadak (*B. schwanenfeldii*).

Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober sampai November 2013 di Pusat Pengembangan dan Pemasaran (Raiser) Ikan Hias Cibinong, Kabupaten Bogor (Jawa Barat). Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan tiga kali ulangan. Faktor yang diteliti yaitu salinitas media dengan masing-masing taraf 0, 3, dan 6 ppt dan penambahan kalsium dengan masing-masing taraf 0, 10, 20, dan 30 mg L^{-1} .

Wadah penelitian yang digunakan adalah akuarium kaca berukuran $60 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ berjumlah 36 buah dan dilengkapi dengan instalasi aerasi. Sebelum digunakan, akuarium dicuci terlebih dulu dan dibiarkan sampai kering. Media pemeliharaan benih ikan tengadak adalah air tawar (0 ppt) dan air bersalinitas 3 dan 6 ppt yang diperoleh dari penambahan garam ke dalam air tawar. Kalsium karbonat (CaCO_3) ditambahkan pada masing-masing air bersalinitas dengan konsentrasi 0, 10, 20, dan 30 mg L^{-1} . Volume air total pada masing-masing wadah adalah 70 L.

Ikan uji yang digunakan adalah benih ikan tengadak (*B. schwanenfeldii*) dengan panjang rata-rata 2,00±0,03 cm dan bobot rata-rata 0,33±0,05 g. Ikan ditebar pada masing-masing wadah dengan kepadatan 1 ekor L⁻¹. Masa pemeliharaan ikan berlangsung selama satu kali siklus budi daya ikan yaitu selama 40 hari. Pakan uji yang digunakan berupa cacing sutera (*Tubifex* sp.) segar dengan kandungan gizi, yaitu protein 47,23%, lemak 10,52%, karbohidrat 2,04%, kadar abu 3,32%, kadar air 81,37% dan serat kasar 1,03%. Pakan diberikan secara *ad libitum* sebanyak tiga kali sehari yaitu pagi, siang, dan sore hari.

Pengaruh perlakuan terhadap benih ikan tengadak ditentukan melalui serangkaian evaluasi terhadap beberapa parameter. Pengamatan sintasan dilakukan setiap hari dengan mencatat jumlah ikan yang mati. Pertumbuhan dilakukan dengan cara pengukuran panjang total ikan dengan penggaris dan penimbangan bobot dengan timbangan digital setiap lima hari sekali. Pengukuran kadar kalsium di dalam tulang ikan dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometrik serapan atom (AAS) dan gradien osmotik dengan menggunakan daya hantar listrik (DHL).

- Sintasan merupakan persentase jumlah ikan hidup pada akhir pemeliharaan dibandingkan dengan jumlah ikan pada awal tebar yang dihitung berdasarkan formula Ricker (1979), sebagai berikut:

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

SR= tingkat kelangsungan hidup (%), N_t= jumlah ikan akhir (ekor), N₀= jumlah ikan awal (ekor)

- Laju pertumbuhan rerata harian merupakan laju pertumbuhan bobot individu dalam persen dan dinyatakan dalam formula (NRC 1977):

$$\alpha = \left[t \sqrt{\frac{W_t}{W_0}} - 1 \right] \times 100$$

α= laju pertumbuhan harian (%), W_t= bobot rata-rata ikan pada waktu t (g), W₀= bobot rata-rata ikan pada awal percobaan (g), t= lama percobaan (hari)

- Pertumbuhan panjang total dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Pm = \bar{L}_t - \bar{L}_0$$

Pm= pertumbuhan panjang total (cm), L_t= panjang rata-rata akhir (cm), L₀= panjang rata-rata awal (cm)

- Kadar kalsium (% w/w) di dalam tulang dihitung berdasarkan formula sebagai berikut:

$$Ca = \frac{FP \times (A - B)}{C \times D} \times \frac{1}{1000000} \times 100$$

FP= faktor pengenceran, A= ppm sampel, B= ppm blanko, C= bobot sampel, D= persentase bobot kering

- Gradien osmotik (GO) didapatkan dengan cara mengukur selisih daya hantar listrik media dan cairan tubuh ikan uji sebagai berikut:

$$GO = |D - M|$$

D= DHL daging benih ikan (μS cm⁻¹), M= DHL media (μS cm⁻¹)

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan program Microsoft Excel 2010 dan SPSS 19,0. Apabila berpengaruh nyata maka diuji lanjut menggunakan uji Duncan untuk melihat perbedaan antar perlakuan dengan selang kepercayaan 95%.

Hasil

Sintasan

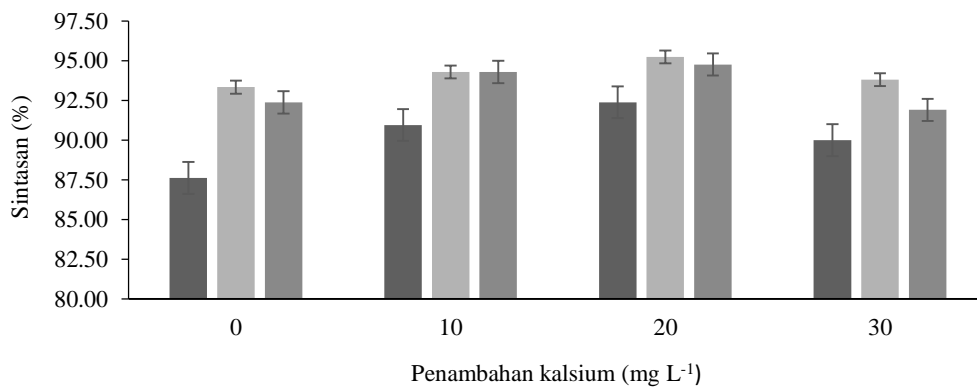
Sintasan benih ikan tengadak yang dipelihara selama 40 hari berkisar antara 87,62-95,24% (Gambar 1). Sintasan tertinggi diperoleh pada perlakuan salinitas 3 ppt dan penambahan kalsium 20 mg L⁻¹ yaitu 95,24%, sedangkan terendah pada perlakuan salinitas 0 ppt dan tanpa penambahan kalsium (kontrol) yaitu 90,23%. Faktor salinitas dan penambahan kalsium berpengaruh

nyata terhadap sintasan benih tengadak ikan ($p < 0,01$). Uji lanjut Duncan pada selang kepercayaan 95% menunjukkan hasil yang berbeda nyata antara perlakuan kontrol (0 ppt) dengan perlakuan salinitas media 3 ppt dan 6 ppt. Begitu pula halnya dengan penambahan kalsium 10, 20, dan 30 mg L⁻¹ berbeda nyata dengan tanpa penambahan kalsium (0 mg L⁻¹), namun tidak berbeda nyata antara perlakuan 10 mg L⁻¹ dan 30 mg L⁻¹.

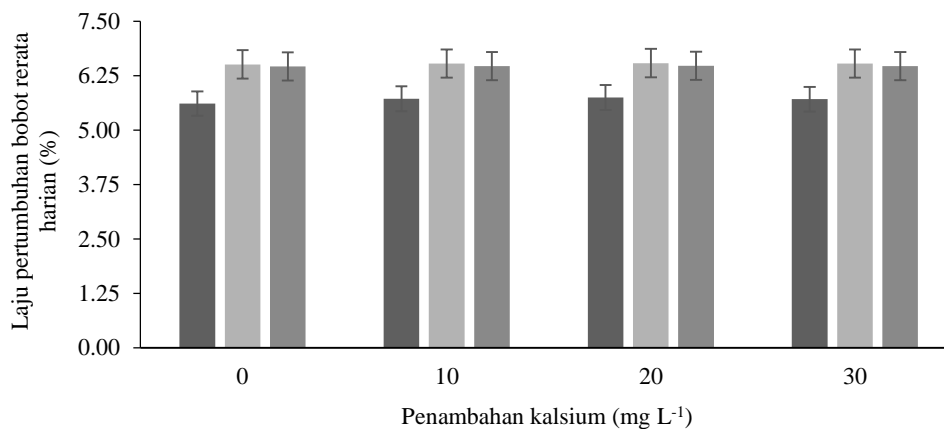
Laju pertumbuhan bobot rerata harian

Laju pertumbuhan bobot rerata harian benih ikan tengadak berkisar antara 5,61-6,54%

(Gambar 2). Laju pertumbuhan bobot rerata harian benih ikan tengadak tertinggi diperoleh pada perlakuan salinitas media 3 ppt dan penambahan kalsium 20 mg L⁻¹ yaitu 6,54%, sedangkan terendah pada perlakuan kontrol yaitu 5,61%. Faktor salinitas media berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan bobot rerata harian benih ikan tengadak ($p < 0,01$), sedangkan penambahan kalsium berpengaruh tidak nyata terhadap laju pertumbuhan bobot rerata harian benih ikan tengadak ($p > 0,01$). Uji lanjut Duncan pada selang kepercayaan 95% menunjukkan hasil yang berbeda nyata antara perlakuan kontrol (0 ppt) dengan perlakuan salinitas media 3 ppt dan 6 ppt.



Gambar 1. Sintasan benih ikan tengadak pada salinitas media 0 ppt (■), 3 ppt (◐) dan 6 ppt (◑) dengan tingkat penambahan kalsium berbeda



Gambar 2. Laju pertumbuhan bobot rerata harian benih ikan tengadak pada salinitas media 0 ppt (■), 3 ppt (◐) dan 6 ppt (◑) dengan tingkat penambahan kalsium berbeda

Pertumbuhan panjang total

Pertumbuhan panjang total benih ikan tengadak berkisar antara 2,07-3,49 cm (Gambar 3). Pertumbuhan panjang total benih ikan tengadak tertinggi diperoleh pada perlakuan salinitas media 3 ppt dan penambahan kalsium 20 mg L⁻¹ yaitu 3,49 cm, sedangkan terendah pada perlakuan kontrol yaitu 2,07 cm. Faktor salinitas media dan penambahan kalsium berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang total benih ikan tengadak ($p < 0,01$). Uji lanjut Duncan pada selang kepercayaan 95% menunjukkan hasil berbeda nyata antara kontrol 0 ppt dengan perlakuan salinitas media 3 ppt dan 6 ppt terhadap pertumbuhan panjang total. Begitu halnya kalsium, uji lanjut Duncan pada selang kepercayaan 95% menunjukkan hasil yang berbeda nyata antara kontrol 0 ppm dengan penambahan kalsium 10, 20 dan 30 mg L⁻¹ terhadap pertumbuhan panjang total.

Kadar Ca di dalam tulang

Kadar kalsium di dalam tulang benih ikan tengadak berkisar antara 4,15-5,15% w/w (Gambar 4). Kadar kalsium paling tinggi di dalam tulang benih ikan tengadak diperoleh pada perlakuan salinitas media 3 ppt dan penambahan kalsium 20 mg L⁻¹ yaitu 5,15% w/w, sedangkan paling rendah pada perlakuan kontrol yaitu 4,15% w/w. Faktor salinitas media berpengaruh tidak nyata terhadap kadar kalsium di dalam tulang benih ikan tengadak ($p > 0,01$), namun penambahan kalsium pada media berpengaruh nyata terhadap kadar kalsium di dalam tulang benih ikan tengadak ($p < 0,01$). Uji lanjut Duncan pada selang kepercayaan 95% menunjukkan hasil yang berbeda nyata antara kontrol 0 mg L⁻¹ dengan penambahan kalsium 10, 20 dan 30 mg L⁻¹ terhadap kadar kalsium di dalam tulang benih ikan tengadak, namun tidak berbeda nyata antara penambahan kalsium 10 mg L⁻¹ dan 30 mg L⁻¹.

Gradien osmotik

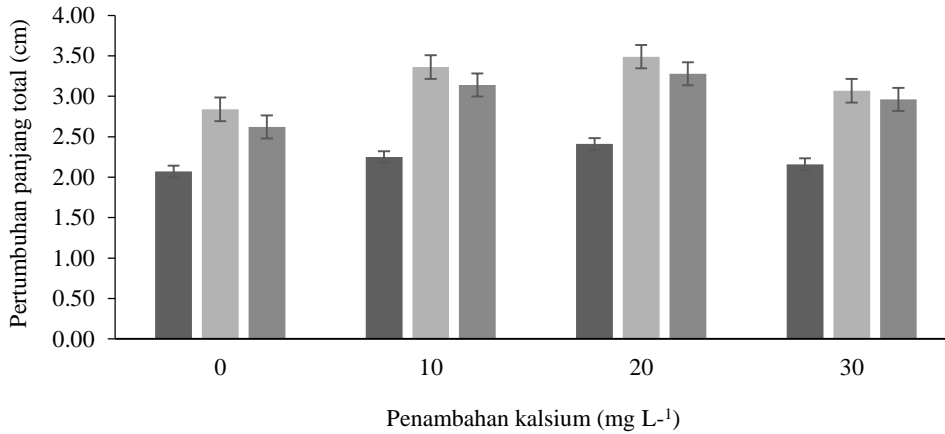
Gradien osmotik berkisar antara 274-296 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (Gambar 5). Gradien osmotik paling rendah diperoleh pada perlakuan salinitas media 3 ppt dan penambahan kalsium 20 mg L⁻¹ yaitu 274 $\mu\text{S cm}^{-1}$, sedangkan paling tinggi diperoleh pada perlakuan kontrol yaitu 296 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Faktor salinitas media dan penambahan kalsium berpengaruh nyata terhadap gradien osmotik ($p < 0,01$). Uji lanjut Duncan pada selang kepercayaan 95% menunjukkan hasil berbeda nyata antara kontrol 0 ppt dengan perlakuan salinitas media 3 ppt dan 6 ppt terhadap gradien osmotik. Begitu pula halnya kalsium, Uji lanjut Duncan pada selang kepercayaan 95% menunjukkan hasil berbeda nyata antara kontrol 0 mg L⁻¹ dengan penambahan kalsium 10, 20 dan 30 mg L⁻¹ terhadap tingkat kerja osmotik, namun tidak berbeda nyata antara penambahan kalsium 10 mg L⁻¹ dan 30 mg L⁻¹.

Pembahasan

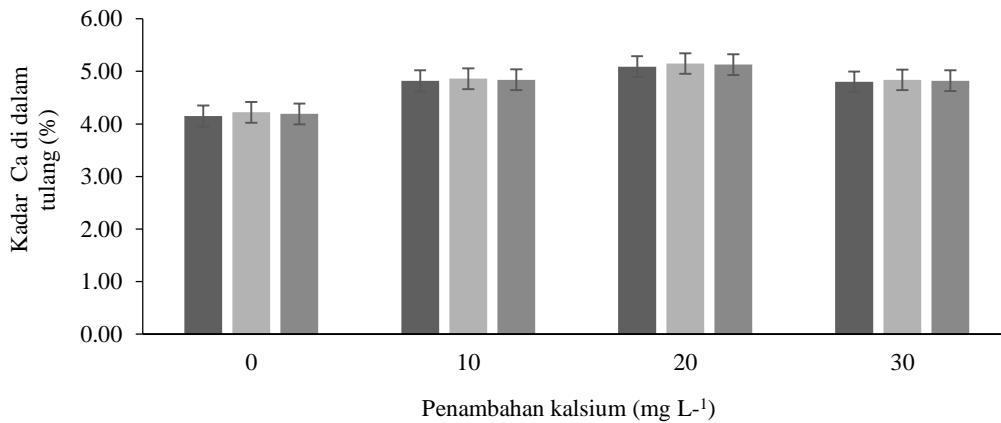
Tinggi atau rendahnya sintasan disebabkan oleh gradien osmotik dalam proses adaptasi terhadap fluktuasi lingkungan. Menurut Affandi & Tang (2002), dalam rangka menyesuaikan diri dengan lingkungan ikan memiliki toleransi dan resistensi terhadap perubahan lingkungan pada kisaran tertentu. Tingkat salinitas yang terlalu tinggi atau rendah dengan fluktuasi yang lebar dapat menyebabkan kematian pada ikan (Setiawati & Suprayudi 2003).

Gradien osmotik terendah pada perlakuan salinitas media 3 ppt dan penambahan kalsium 20 mg L⁻¹ dapat mengurangi stres pada benih ikan tengadak karena kondisi homeostatis, sehingga bisa bertahan hidup. Hasil penelitian Kadarini (2009) menunjukkan bahwa benih ikan bala shark memiliki nilai sintasan tertinggi (98,67%) pada media pemeliharaan salinitas 3 ppt dan penambahan kalsium 20 mg L⁻¹.

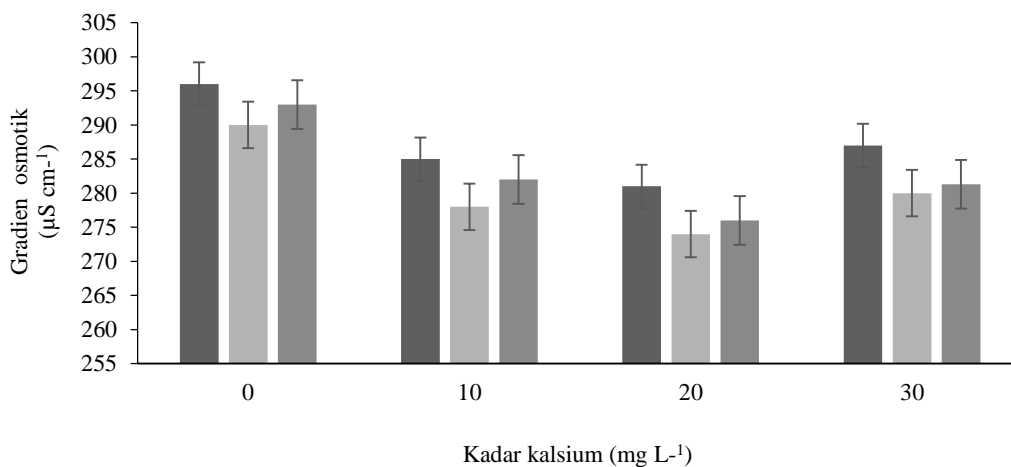
Pertumbuhan benih ikan tengadak pada media bersalinitas dan berkalsium



Gambar 3. Pertumbuhan panjang total benih ikan tengadak pada salinitas media 0 ppt (■), 3 ppt (□), dan 6 ppt (▒) dengan penambahan kalsium berbeda



Gambar 4. Kadar kalsium di dalam tulang benih ikan tengadak pada salinitas media 0 ppt (■), 3 ppt (□), dan 6 ppt (▒) dengan penambahan kalsium berbeda



Gambar 5. Gradien osmotik benih ikan tengadak pada salinitas media 0 ppt (■), 3 ppt (□), dan 6 ppt (▒) dengan tingkat kadar kalsium berbeda

Perbedaan salinitas akan menyebabkan gradien osmotik yang berbeda pada benih ikan tengadak. Begitu pula halnya dengan kalsium, benih ikan tengadak akan mengakumulasi air sekaligus ion-ion dalam air seperti ion kalsium sesuai dengan perlakuan penambahan kalsium pada media, sehingga terjadi perbedaan gradien osmotik pada setiap perlakuan. Perubahan salinitas dan penambahan kalsium pada media akan mengubah nilai daya hantar listrik pada media dan akan berpengaruh terhadap daya hantar listrik tubuh ikan. Gradien osmotik terendah pada Salinitas media 3 ppt dan penambahan kalsium 20 mg L⁻¹ dibanding dengan perlakuan lainnya menunjukkan bahwa pada perlakuan ini cairan osmotik tubuh dengan cairan osmotik media cenderung berada pada kondisi yang seimbang atau mendekati isoosmotik. Menurut Guerreiro *et al.* (2004), media bersalinitas dan penambahan kalsium dapat menurunkan gradien osmotik. Hasil penelitian Muliani (2011) menunjukkan bahwa Salinitas 3 ppt dengan penambahan kalsium dapat menurunkan gradien osmotik.

Pertumbuhan yang cukup baik akan terjadi apabila salinitas media mendekati tekanan osmotik cairan tubuh ikan, sehingga fungsi sel akan berjalan normal termasuk laju metabolisme (katabolisme dan anabolisme). Laju pertumbuhan bobot spesifik tertinggi pada salinitas media 3 ppt menunjukkan bahwa pada perlakuan tersebut proses kerja osmoregulasi yang harusnya terjadi karena keadaan hiperosmotik ikan terhadap lingkungan akan berkurang dengan adanya kondisi salinitas media 3 ppt, sehingga cenderung menjadi lebih isoosmotik. Menurut Jobling *et al.* (2002), penggunaan energi untuk osmoregulasi dapat ditekan apabila ikan dipelihara pada kondisi isoosmotik, sehingga pemanfaatan pakan menjadi efisien serta pertumbuhan ikan dapat meningkat.

Wickins & Lee (2002) mengemukakan bahwa adanya kandungan kalsium di perairan dapat memengaruhi pertumbuhan ikan karena ikan dapat memanfaatkan mineral terlarut dalam air. Pada penelitian ini, penambahan kalsium berpengaruh nyata pada pertumbuhan panjang. Penambahan kalsium pada media berpengaruh terhadap proses mineralisasi tulang, sehingga apabila kalsium terdapat dalam jumlah yang seimbang diduga proses pertumbuhan tulang benih ikan tengadak menjadi normal dan secara fisik pertumbuhan panjang menjadi lebih baik. Menurut Ling *et al.* (2013), kalsium berperan dalam pembentukan jaringan tubuh terutama tulang atau eksoskeleton, sehingga lebih berpengaruh terhadap pertumbuhan panjang dibandingkan bobot. Menurut Zainuddin (2010), dalam proses mineralisasi tulang Ca dan P memiliki peran yang penting karena sekitar 80-90% unsur tulang tersusun dari Ca dan P. Fosfor bersama dengan kalsium memegang peranan penting dalam proses pembentukan tulang, diawali dengan pembentukan matrik tulang yang terdiri atas bahan organik yaitu kolagen. Setelah pembentukan matrik tulang kemudian diikuti dengan mineralisasi tulang oleh kalsium dan fosfor dalam bentuk *hydroxylated polymers* atau CaO(PO₄)₆(OH)₂ (Setiawati & Suprayudi 2003).

Hasil pengukuran Ca di dalam tulang meningkat seiring dengan penambahan kalsium karena ion-ion kalsium yang ditambahkan ke dalam media secara aktif akan diserap oleh tubuh benih ikan tengadak melalui insang ketika terjadi proses penyerapan air. Hasil penelitian Hargreaves & Tomasso (2004) menunjukkan bahwa sebanyak 2,5% mineral di dalam tubuh ikan *Channel catfish*, *Ictalurus punctatus*, merupakan kalsium yang dapat diserap melalui media perairan. Menurut Guerreiro *et al.* (2004), penyerapan kalsium meningkat pada ikan yang dipelihara pada media dengan penambahan kalsium dibanding-

kan dengan ikan yang dipelihara pada media tanpa penambahan kalsium. Namun, pada penambahan kalsium 30 mg L⁻¹ terjadi penurunan kandungan Ca di dalam tulang, hal ini diduga karena laju masuknya kalsium ke tubuh memiliki batas optimal. Menurut Cameron (1985) in Kadarini (2009), selama lima hari ikan *Blue crab* diberi kalsium bila dirunut masuk dalam tubuh atau laju pengambilan Ca²⁺ maksimum 4,07 mmol kg⁻¹. Penambahan kalsium 30 mg L⁻¹ pada media diduga terlalu tinggi sehingga benih ikan tengadak menyeimbangkan tekanan osmotik antara tubuh dan lingkungannya yang fluktuasinya relatif tinggi.

Kesimpulan

Salinitas media 3 ppt dan penambahan kalsium 20 mg L⁻¹ merupakan media pemeliharaan optimal untuk meningkatkan pertumbuhan benih ikan tengadak.

Daftar pustaka

- Affandi R, Tang UM. 2002. *Fisiologi hewan air*. UNRI Press, Riau. 217 hlm.
- Bleeker P. 1853. Nieuwe tientallen diagnostische beschrijvingen van nieuwe of weinig bekende vischsoorten van Sumatra. *Natuurkundig tijdschrift voor Nederlandsch Indië/ uitgegeven door de Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch Indië*. Lange & co, Batavia. 517 p.
- Carrion RL, Alvarelos SS, Guzman JM, Maria P, Rio MD, Soengas JL, Mancera JM. 2005. Growth performance of gilthead sea bream *Sparus aurata* in different conditions: implication for osmoregulation and energy metabolism. *Aquaculture*, 250(3-4): 849-861.
- Christensen MS. 1994. Growth of tinfoil barb, *Puntius schwanenfeldii*, fed various feeds, including fresh chicken manure, in floating cages. *Asian Fisheries Science*, 7(1):29-34.
- Djokosetiyanto D, Wulandari AR, Carman O. 2008. Pengaruh salinitas terhadap kelulusan hidup dan pertumbuhan benih ikan bawal air tawar (*Collosoma macropomum*). *Jurnal Perikanan*, 10(2):282-289.
- Guerreiro PM, Fuentes J, Flik G, Rotllant J, Power DM, Canario AVM. 2004. Water calcium concentration modifies whole-body calcium uptake in sea bream larvae during short-term adaptation to altered salinities. *The Journal of Experimental Biology*, 207 (4):645-653.
- Hargreaves JA, Tomasso JR. 2004. Environment. In: Tucker CS, Tomasso JR (Ed.). *Biology and culture of channel catfish*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. pp. 281-292.
- Huwoyon GH, Kusmini II, Kristanto AH. 2010. Keragaan pertumbuhan ikan tengadak alam (hitam) dan tengadak budi daya (merah) (*Barbonymus schwanenfeldii*) dalam pemeliharaan bersama pada kolam beton. In: Sudrajat A, Rachmansyah, Hanafi A, Azwar ZI, Imron, Kristanto AH, Insan I (Ed.). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2010*. Bandar Lampung. pp. 501-505.
- Imsland AK, Gunnarsson S, Foss A, Stefansson SO. 2003. Gill Na⁺, K⁺, ATPase activity, plasma chloride and osmolality in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) reared at different temperatures and salinities. *Aquaculture*, 218(1-4):671-683.
- Jobling M, Gomes E, Diaz J. 2002. Feed types manufacturer and ingredient. In: Houlihan D, Boujard T, Jobling M (ed.). *Food intake in fish*. Blackwell Science, Oxford. pp. 31-39.
- Kadarini T. 2009. Pengaruh salinitas dan kalsium terhadap sintasan dan pertumbuhan benih ikan balashark (*Balanthiocheilus melanopterus*). *Tesis*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 83 hlm.
- Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. *Ikan air tawar Indonesia bagian barat dan Sulawesi*. Periplus Editions, Hongkong. 293 p + 84 plates.
- Ling HY, Ching YK, Shiiu SY. 2013. Estimation of dietary magnesium requirements of juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*, reared in freshwater and seawater. *Aquaculture*, 380-383:47-51.
- Muliani. 2011. Respons fisiologis ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) pada berbagai tingkat kalsium media serta konsekuensinya terhadap sintasan dan pertumbuhan.

- Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 58 hlm.
- Nirmala K, Rismawan. 2010. Kinerja pertumbuhan ikan gurame (*Osphronemus goramy Lac.*) yang dipelihara pada media bersalinitas dengan paparan medan listrik. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 9(1): 46-55.
- National Research Council (NRC). 1977. Nutrient requirements of warm-water fishes. National Academy of Sciences, Washington DC. 76 p.
- Prakoso VA, Nuryani, Huwoyon GH. 2010. Keragaan pertumbuhan ikan tengadak albino dan hitam (*Barbonymus scwanenfeldii*) dalam kolam terpisah. In: Sudrajat A, Rachmansyah, Hanafi A, Azwar ZI, Imron, Kristanto AH, Insan I (editor). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2010*. Bandar Lampung. pp. 506-512.
- Ricker WE. 1979. Growth rate and models. In: Hoar WS, Randall DJ, Brett JR (ed.). *Fish physiology volume 8: Bioenergetics and growth*. Academic Press Inc, New York. pp. 677-743.
- Setiawati M, Suprayudi MA. 2003. Pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan nila merah (*Oreochromis sp.*) yang dipelihara pada media bersalinitas. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 2(1):27-30.
- Wickins JF, Lee DOC. 2002. *Crustacean farming: Ranching and culture 2nd edition*. Blackwell Science Ltd. Oxford. 464 p.
- Zainuddin. 2010. Pengaruh kalsium dan fosfor terhadap pertumbuhan, efisiensi pakan, kandungan mineral dan komposisi tubuh juvenil ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 2(2):1-9.