

Pertumbuhan dan sintasan benih ikan tengadak *Barbonymus schwanenfeldii* (Bleeker, 1854) pada salinitas berbeda

Yosmaniar¹⁾, Eddy Supriyono²⁾, Siti Kamilla Nurjanah²⁾

¹⁾Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar, Kementerian Kelautan dan Perikanan
Sempur No.1, Bogor Jawa Barat

²⁾Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Surel: yosmaniar@yahoo.com

Abstrak

Ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) merupakan jenis asli dari Sumatera dan Kalimantan yang belum banyak dibudidayakan. Dalam budi daya ikan diperlukan informasi salinitas yang optimum untuk metabolismenya. Salinitas secara tidak langsung memengaruhi kehidupan ikan dalam laju pertumbuhan, nilai konversi pakan dan sintasan. Penelitian ini bertujuan menganalisis respon pertumbuhan dan sintasan benih ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) pada salinitas berbeda. Penelitian dilakukan di Instalasi Penelitian Lingkungan Perikanan Budi daya dan Toksikologi Cibalagung Bogor. Penelitian menggunakan 8 buah akuarium kaca ukuran 70 cm x 45 cm x 45 cm dengan volume air 40 L yang dilengkapi airasi. Ukuran ikan uji $0,73 \pm 0,22$ gram. Padat tebar ikan 60 ekor per akuarium. Menggunakan rancangan acak lengkap, perlakuan yang diberikan adalah perbedaan salinitas, terdiri atas: A) 0 ppt; B) 2 ppt; C) 4 ppt dan D) 6 ppt, masing-masing dengan dua pengulangan. Waktu penelitian 28 hari. Parameter yang diukur: 1) pertumbuhan; 2) sintasan; 3) kadar glukosa darah, dan 4) kualitas air pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa salinitas 4 ppt merupakan salinitas optimum untuk pertumbuhan dan sintasan benih ikan tengadak.

Kata kunci: pertumbuhan, sintasan, salinitas, tengadak

Pendahuluan

Ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) berasal dari Sumatera dan Kalimantan. Permintaan ikan ini di Kalimantan Barat semakin meningkat (Kristanto *et al.* 2008). Harga ikan tengadak sebagai ikan hias ukuran satu inci dijual Rp 1000 ekor⁻¹, sedangkan harga untuk konsumsi di Kalimantan Barat Rp 40.000–55.000 kg⁻¹ (200–300 g ekor⁻¹) (Nurdin 2013). Produksi hasil tangkapan ikan tengadak tinggi di Danau Sentarum, Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat yaitu mencapai 7.800–13.000 ton (Dudley 1996). Harga calon ikan tengadak ukuran 250 gram ekor⁻¹ sebesar Rp 172.500. Harga ikan ini paling mahal dibanding ikan lainnya untuk bobot yang sama (Anonim 2013).

Keberadaan ikan tengadak di alam mulai berkurang akibat tingginya tingkat penangkapan, sedangkan permintaan ikan tengadak semakin meningkat, sehingga perlu dilakukan upaya budi daya yang didukung dengan pasokan benih secara berkesinambungan. Manipulasi lingkungan seperti salinitas diperlukan untuk meningkatkan sintasan dan pertumbuhan ikan. Salinitas secara langsung akan memengaruhi kehidupan organisme karena berkaitan dengan proses osmoregulasinya. Pengaruh salinitas pada benih ikan tengadak, belum diketahui dengan jelas. Penelitian bertujuan menganalisis respon pertumbuhan dan sintasan benih ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) pada salinitas berbeda.

Bahan dan metode

Penelitian dilakukan di Instalasi penelitian Lingkungan Perikanan Budidaya & Toksikologi Cibalagung, Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar Bogor. Penelitian ini terdiri atas dua tahap, yaitu:

- 1) Penelitian pendahuluan; bertujuan untuk menentukan kisaran salinitas yang akan digunakan dalam penelitian utama. Ikan tengadak bobot $0,97 \pm 0,27$ gram. Salinitas yang digunakan: 5; 6,5; 8; 9,5; 10, dan 15 ppt selama 3 hari. Wadah akuarium kaca ukuran 40 cm x 30 cm x 30 cm. Jumlah ikan yang digunakan adalah 10 ekor per wadah dengan volume air 10 L. Parameter yang diamati adalah sintasan ikan.
- 2) Penelitian utama; dilakukan setelah diperoleh nilai kisaran salinitas dari uji pendahuluan, yaitu: 0, 2; 4; dan 6 ppt. Menggunakan 8 buah akuarium kaca ukuran 70 cm x 45 cm x 45 cm dengan volume air 40 L yang dilengkapi airasi. Ukuran ikan uji $0,73 \pm 0,22$ gram. Padat tebar ikan 60 ekor per akuarium. Menggunakan pakan komersial sebanyak 5% dari bobot biomassa dengan frekuensi tiga kali per hari (pagi, siang, dan sore). Menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan, yaitu perbedaan salinitas, terdiri atas: A) 0 ppt; B) 2 ppt; C) 4 ppt dan D) 6 ppt, masing-masing dengan dua pengulangan. Waktu penelitian 28 hari. Sampling ikan dilakukan setiap 7 hari. Analisis data menggunakan anova pada selang kepercayaan 95% dengan uji lanjut Duncan. Data kadar glukosa darah dan kualitas air dianalisis secara deskriptif. Ikan diadaptasikan dengan kondisi lingkungan percobaan selama tujuh hari. Air pemeliharaan menggunakan air laut yang diencerkan sesuai dengan perlakuan. Untuk mendapatkan salinitas yang diinginkan sesuai dengan perlakuan maka dilakukan pengenceran dengan rumus (Hukom 2007), yaitu:

$$V_a.N_a = V_1.N_1 + V_2.N_2$$

V_a : Volume akhir air yang dikehendaki (L)

N_a : Tingkat salinitas akhir air yang dikehendaki (ppt)

V_1 : Volume air laut yang diencerkan (L)

N_1 : Tingkat salinitas air laut yang diencerkan (ppt)

V_2 : Volume air tawar yang ditambahkan (L)

N_2 : Tingkat salinitas air tawar yang ditambahkan (ppt)

Parameter yang diukur:

1. Laju Pertumbuhan Harian

Laju pertumbuhan harian (LPH) atau *Specific Growth Rate* (SGR) merupakan persentase pertambahan bobot tiap harinya selama pemeliharaan. LPH dapat dihitung dengan rumus (Huisman 1987):

$$LPH = \left[\sqrt[t]{\frac{W_t}{W_o}} - 1 \right] \times 100\%$$

LPH = Laju pertumbuhan harian (LPH) (%)

W_t = Bobot rata-rata pada akhir perlakuan (gram)

W_o = Bobot rata-rata pada awal perlakuan (gram)

t = Periode pemeliharaan (hari)

2. Sintasan

Sintasan (SR) atau tingkat kelangsungan hidup merupakan persentase jumlah ikan yang hidup pada akhir perlakuan dibandingkan dengan jumlah ikan pada awal perlakuan. SR dapat dihitung dengan rumus (Effendie 2002):

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

SR = *Survival rate* (SR)/Tingkat kelangsungan hidup (%)

N_t = Jumlah populasi ikan akhir perlakuan (ekor)

N_o = Jumlah populasi ikan awal perlakuan (ekor)

3. Kadar glukosa darah

Glukosa darah dapat menggambarkan tingkatan stres pada ikan tengadak yang dipelihara pada berbagai salinitas. Pengukuran kadar glukosa darah ikan tengadak dilakukan pada awal (hari ke-0), tengah (hari ke-14), dan akhir (hari ke-28) percobaan dengan menggunakan alat *Blood Glucose Test Meter* (Eames *et al.* 2010).

4. Kualitas air

Analisis kualitas dilakukan untuk parameter suhu dan salinitas dilakukan setiap hari pada pagi hari, sedangkan parameter pH, oksigen terlarut, TAN, nitrit, nitrat, alkalinitas dilakukan setiap 7 hari

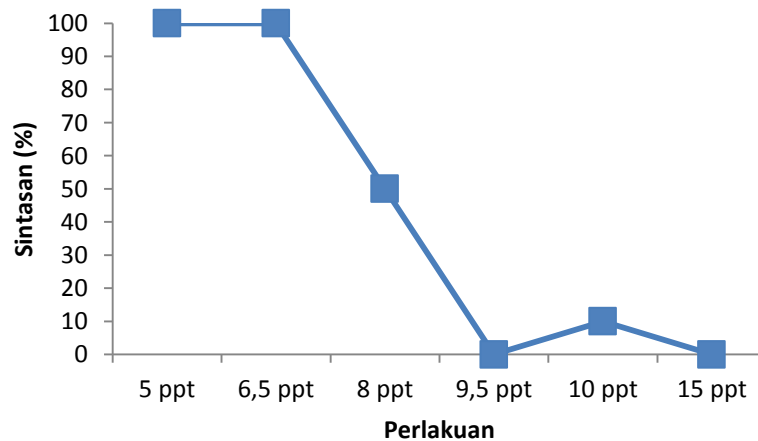
Hasil dan pembahasan

Penelitian pendahuluan

Perhitungan sintasan ikan tengadak pada media pemeliharaan bersalinitas dalam penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa media yang dapat ditoleransi dengan baik oleh benih ikan tengadak tersebut yaitu media bersalinitas 5 dan 6,5 ppt ditunjukkan dengan hasil sintasan terbaik yaitu 100% (Gambar 1).

Penelitian utama

Salinitas dibutuhkan oleh ikan untuk mengatur keseimbangan cairan tubuh ikan dengan perairan. Salinitas berhubungan erat dengan tekanan osmotik. Salinitas didefinisikan sebagai konsentrasi total semua ion yang terlarut di dalam air (Boyd 1982). Semakin tinggi salinitas air, maka semakin tinggi pula tekanan osmotiknya. Perubahan salinitas media akan merubah nilai osmotik media dan akan berpengaruh terhadap osmotik cairan tubuh (plasma) ikan (Marlina 2011).



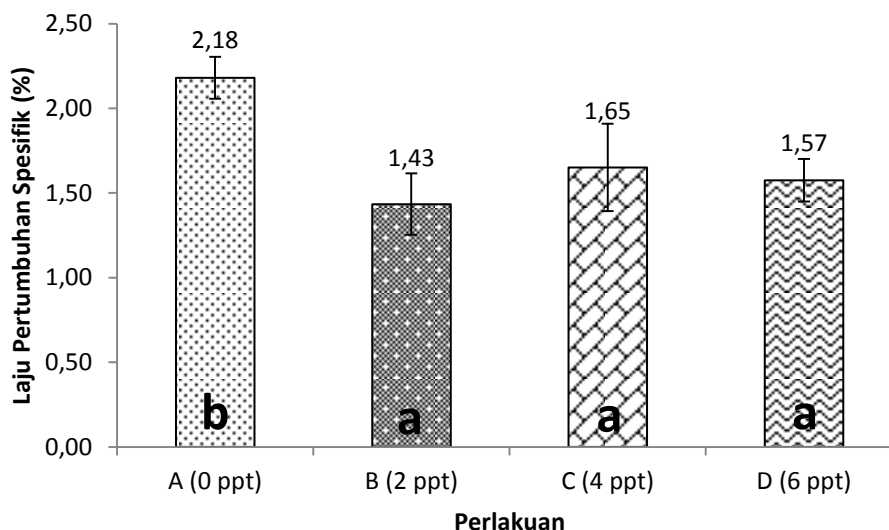
Gambar 1. Sintasan ikan tengadak selama uji pendahuluan

Pertumbuhan

Uji statistik terhadap laju pertumbuhan spesifik benih ikan tengadak setelah dipelihara selama 28 hari pada semua perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 0,05$). Laju pertumbuhan tertinggi pada perlakuan A (0 ppt) yaitu 2,18%, diikuti oleh perlakuan C (4 ppt) sintasannya 1,65%, sedangkan laju pertumbuhan perlakuan lainnya yaitu 1,43% untuk perlakuan B (2 ppt) dan 1,57% untuk perlakuan D (6 ppt) (Gambar 2). Hasil laju pertumbuhan ini lebih tinggi, bila dibandingkan dengan hasil penelitian Huwoyon *et al.* (2010) sintasan benih ikan tengadak yang dipelihara di kolam yaitu 30-50% dan pertumbuhan ikan tengadak relatif lambat, ukuran awal 5-6 cm (3-5 g) dengan padat tebar 20 ekor/ m^3 dan dipelihara selama 150 hari hanya menghasilkan laju pertumbuhan spesifik $0,57 \pm 0,02\%$.

Laju pertumbuhan spesifik (LPS) yang tinggi pada perlakuan A (0 ppt) dan C (4 ppt), menunjukkan bahwa pada salinitas 4 ppt kondisi osmotik internal (cairan tubuh ikan) diduga isoosmotik dengan kondisi osmotik eksternal (lingkungan), sehingga energi ikan dapat dipakai lebih banyak untuk pertumbuhan dibandingkan osmoregulasi. Laju pertumbuhannya tidak tertinggi tapi peringkat ke dua, diduga ini disebabkan ikan tengadak yang berasal dari perairan air tawar (0 ppt) membutuhkan kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan barunya yang bersalinitas, pada perlakuan C (4 ppt) terdapat respon fisiologis ikan tengadak ini yang terjadi saat ikan mempertahankan homeostasis.

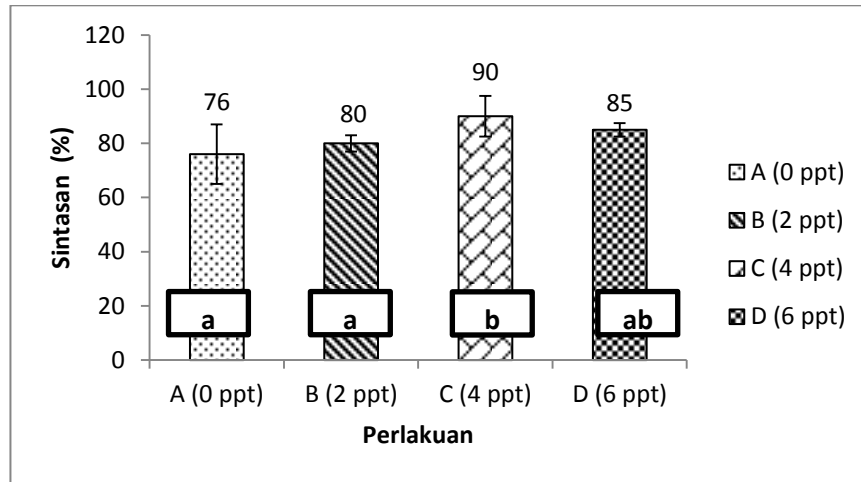
Homeostasis merupakan keadaan yang stabil yang dipertahankan melalui proses aktif, di dalam melawan perubahan tersebut yang terjadi di dalam sel dengan cara pengontrolan permeabilitas membran sel, pembuangan sisa metabolisme, dan lain-lain (Affandi & Tang 2002). Arjona *et al.* (2009) mengemukakan bahwa terjadinya respon akibat perubahan lingkungan dan akibat banyaknya energi yang digunakan untuk mempertahankan kondisi homeostatis menyebabkan menurunnya nafsu makan ikan.



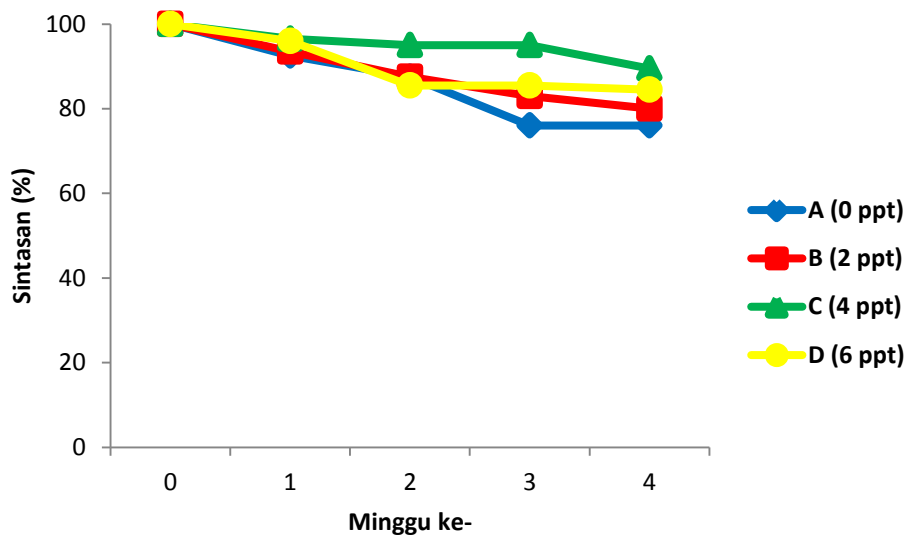
Gambar 2. Laju pertumbuhan spesifik (LPS) benih ikan tengadak

Sintasan

Uji statistik pada sintasan benih ikan tengadak yang dipelihara selama 28 hari menunjukkan hasil yang berbeda nyata nilai SR pada semua perlakuan ($p < 0,05$) (Gambar 3).



Gambar 3. Sintasan benih ikan tengadak



Gambar 4. Penurunan sintasan benih ikan tengadak

Sintasan pada perlakuan A (0 ppt) menghasilkan nilai terendah yaitu 76% dan pada minggu ke-3 terjadi penurunan kelangsungan hidup secara drastis (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa media yang tidak diberi salinitas dapat lebih rentan memberikan stresor kepada ikan, ditunjukkan pada perlakuan A (0 ppt) mendapatkan nilai kadar glukosa darah yang cukup tinggi dibandingkan dengan perlakuan C (4 ppt) yang memiliki kelangsungan hidup paling tinggi yaitu 90%. Hal ini diduga disebabkan oleh munculnya jamur pada ikan yang diduga berasal dari air akuarium.

Media bersalinitas juga dapat berperan dalam pencegahan jamur, bakteri, maupun parasit dan patogen sehingga menyebabkan kelangsungan hidup pada ikan tanga-

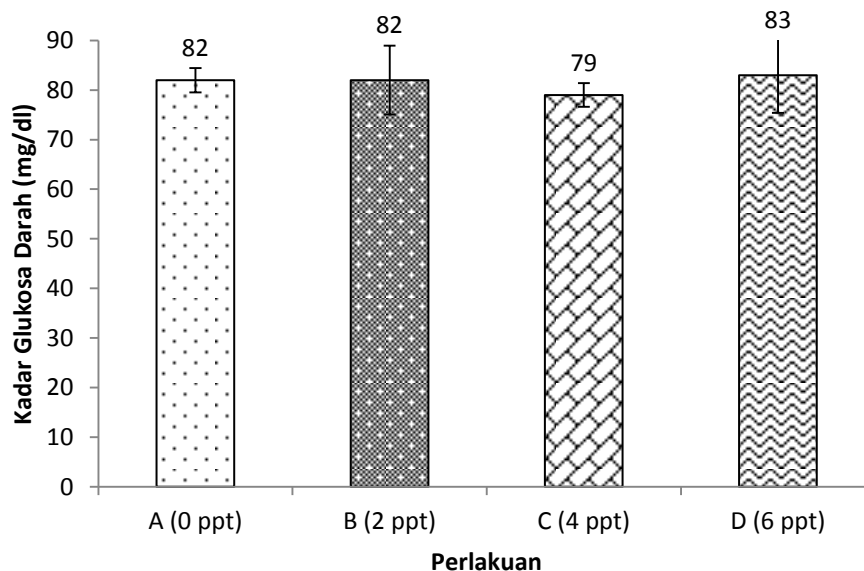
dak tinggi, begitu pun sebaliknya. Kematian ikan pada perlakuan A (0 ppt) juga dapat disebabkan oleh jamur pada air akuarium A (0 ppt). Jamur tersebut dapat tumbuh di media pemeliharaan karena media pemeliharaan perlakuan A (0 ppt) tersebut sama sekali tidak mengandung garam. Sesuai dengan pernyataan Wulandari (2006), bahwa pada kondisi tertentu garam juga dapat berfungsi untuk mematikan bakteri air tawar, parasit, dan jamur ikan tertentu. Sintasan ikan merupakan kunci utama dalam kegiatan budi daya ikan karena jumlah ikan yang hidup dapat mempengaruhi nilai produksi budi daya.

Kadar glukosa darah

Kadar glukosa darah benih ikan tengadak yang dipelihara selama 28 hari dapat dilihat pada Gambar 5. Berdasarkan uji statistik, kadar glukosa darah pada benih ikan tengadak pada hari ke-0 (sebelum perlakuan), hari ke-14, dan hari ke-28 setiap perlakuannya memiliki nilai yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$).

Ikan mengalami proses adaptasi atau penyesuaian diri secara bertahap terhadap lingkungannya yang baru. Keadaan lingkungan pada kisaran yang tidak diinginkan dapat menyebabkan ikan stres. Tekanan atau cekaman eksternal yang dapat menyebabkan ikan stres disebut dengan stresor (Natalia 2013).

Perbedaan salinitas di perairan secara mendadak dari salinitas awal 0 ppt menjadi salinitas 2, 4, dan 6 ppt dapat menjadi salah satu stresor eksternal bagi ikan air tawar seperti ikan tengadak. Selanjutnya, Purchase *et al.* (2009) menyatakan bahwa respon fisiologis stres ikan dapat dilihat dari peningkatan kadar glukosa darah. Gambar 5 menunjukkan nilai kadar glukosa darah pada benih ikan tengadak yang diberi stresor berupa salinitas untuk setiap perlakuan. Perlakuan salinitas 0, 2, 4, dan 6 ppt pada media pemeliharaan benih ikan tengadak memberi pengaruh terhadap kadar glukosa darah.



Gambar 5. Kadar glukosa darah benih ikan tengadak

Hasil analisis kadar glukosa darah menunjukkan hasil 82 mg/dl untuk perlakuan A (0 ppt), 82 mg/dl untuk perlakuan B (2 ppt), 79 mg/dl untuk perlakuan C (4

ppt), dan 83 mg/dl untuk perlakuan D (6 ppt). Lingkungan yang tidak sesuai menyebabkan ikan stres. Pada saat ikan stres kadar glukosa darah terus meningkat karena diperlukan untuk mengatasi homeostasis. Homeostasis merupakan keadaan stabil yang dipertahankan melalui proses aktif yang melawan perubahan (Affandi & Tang 2002). Rendahnya tingkat stres ikan tengadak pada salinitas 4 ppt tergambar pada kadar glukosa darah dan gradien osmotik yang rendah, sehingga salinitas 4 ppt dapat dikatakan merupakan kondisi yang optimum bagi benih ikan tengadak tersebut.

Parameter kualitas air

Hasil pengukuran parameter kualitas air pada media pemeliharaan benih ikan tengadak bersalinitas 0, 2, 4, dan 6 ppt selama pemeliharaan 28 hari masih layak untuk mendukung kehidupan ikan tengadak (Tabel 1).

Secara umum, kualitas air selama masa pemeliharaan juga mengalami fluktuasi namun masih dalam kisaran yang baik untuk mendukung budi daya ikan tengadak. Ikan air tawar memiliki kisaran batas ideal suhu yaitu 25-33°C. Suhu yang terukur dari tiap perlakuan pada pemeliharaan ikan tengadak bersalinitas 0, 2, 4, dan 6 ppt selama 28 hari berkisar antara 25,0-28,8°C (Tabel 1). Kisaran suhu tersebut masih layak untuk budi daya sebab masih dalam batas ideal untuk pemeliharaan ikan air tawar. Nilai pH pada media pemeliharaan ikan tengadak bersalinitas 0, 2, 4, dan 6 ppt selama 28 hari yaitu berkisar antara 6,33-7,75 (Tabel 1). Nilai pH tersebut masih dalam batas yang baik untuk budi daya, kisaran pH yang baik adalah 6-9 (Anonim 2001).

Oksigen terlarut ikan tengadak bersalinitas 0, 2, 4, dan 6 ppt selama 28 hari yaitu berkisar antara 2,95-5,66 mg/L (Tabel 1). Nilai kisaran perairan selayaknya kadar oksigennya yaitu 3-6 mg/L (Anonim 2001). Rendahnya kadar oksigen terlarut pada perlakuan A (0 ppt) yaitu 2,95 dapat disebabkan oleh meningkatnya partikel organik akibat dari buangan sisa metabolisme ikan dan sisa pakan yang terakumulasi (Boyd 1982) dan juga disebabkan oleh aerasi yang kecil.

Amonia yang terukur pada media pemeliharaan ikan tengadak berkisar antara 0,000-0,033 mg/L (Tabel 1). Peningkatan amonia yang terjadi masih dalam batas yang dapat ditoleransi oleh ikan. Silaban *et al.* (2012) dalam penelitiannya mengatakan bahwa amonia selama masa pemeliharaan ikan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu pemeliharaan. Hal tersebut dikarenakan adanya limbah organik yang semakin meningkat, dari buangan metabolit, feses ikan dan sisa pakan yang terakumulasi di perairan. Pada akhir pemeliharaan, kadar amonia tertinggi terdapat pada kolam dengan perlakuan A (0 ppt) yang memiliki nilai sintasan paling rendah. Hal ini diduga disebabkan kadar amonia yang tinggi yang dapat mengakibatkan kematian pada ikan, oleh karena itu dalam pemeliharaannya harus diperhatikan secara intensif agar dapat mencegah kematian pada ikan. Pada penelitian ini, kandungan amonia pada masing-masing perlakuan tidak jauh dalam kisaran yang layak bagi kehidupan ikan, yaitu kurang dari 0,02 mg l⁻¹ (Anonim 2001).

Tabel 1. Kisaran parameter kualitas air pada media pemeliharaan benih ikan tengadak

Parameter	Perlakuan Salinitas				Nilai baku
	A (0 ppt)	B (2 ppt)	C (4 ppt)	D (6 ppt)	
Suhu (°C)	25,0-27,8	25,6-28,3	26,3-28,8	25,9-28,6	25-33
pH	6,88-7,70	6,33-7,75	6,55-7,69	6,40-7,59	6-9 (Anonim 2001)
Oksigen terlarut (mg/L)	2,95-4,78	3,35-5,60	3,06-5,36	3,04-5,66	3-6 (Anonim 2001)
Amonia (mg/L)	0,001-0,024	0,000-0,033	0,001-0,033	0,001-0,023	<0,02 (Anonim 2001)
Nitrit (mg/L)	2,030-2,623	1,215-2,538	1,121-1,530	0,607-1,401	0,5-5 (Boyd 1982)
Nitrat (mg/L)	0,480-1,030	0,151-0,423	0,121-0,509	0,088-0,636	<3 (Anonim 2001)
Alkalinitas (mg/L)	85,1-120,1	110,1-140,2	110,1-170,2	110,1-160,2	30-500

Kadar nitrit yang terukur dari tiap perlakuan pada pemeliharaan benih ikan tengadak yaitu berada pada kisaran 0,607-2,623 mg l⁻¹ (Tabel 1). Nilai nitrit tersebut tidak jauh dari kisaran nilai nitrit yang layak di perairan untuk kehidupan ikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Boyd (1982) yang menyatakan bahwa konsentrasi nitrit yang aman di perairan adalah 0,5-5 mg L⁻¹.

Konsentrasi nitrat yang terukur dari tiap perlakuan pada pemeliharaan benih ikan tengadak yaitu berada pada kisaran 0,088-1,030 mg/l (tabel 1). Nilai nitrat tersebut juga masih termasuk dalam kisaran nilai nitrat yang layak untuk di perairan tempat kehidupan ikan sebab batas nitrat yang baik untuk perikanan adalah <3 mg L⁻¹ (Anonim 2001). Nitrat tidak bersifat toksik terhadap organisme akuatik.

Alkalinitas dalam perairan berfungsi sebagai penyangga pH. Penyusun alkalinitas yang paling utama di perairan adalah anion bikarbonat (HCO³⁻), karbonat (CO²⁻), dan hidroksida (OH⁻). Diantara ketiga ion ini, bikarbonat paling banyak di perairan alami. Alkalinitas total adalah konsentrasi basa total dalam air yang dinyatakan dalam milligram per liter ekuivalen/setara dengan kalsium karbonat (Boyd 1982). Nilai alkalinitas selama pemeliharaan berkisar antara 85,1-170,2 mg l⁻¹ CaCO₃ (Tabel 1), masih dalam kisaran yang baik untuk ikan air tawar. Media pemeliharaan perlakuan A (salinitas 0 ppt) memiliki nilai kisaran paling rendah, sebab pada air tawar kandungan mineral alkali tanah yang merupakan penyusun salinitas lebih sedikit. Nilai kisaran alkalinitas yang baik untuk ikan air tawar adalah 30-500 mg L⁻¹ CaCO₃.

Simpulan

Salinitas 4 ppt merupakan salinitas optimum untuk benih ikan tengadak yang dengan laju pertumbuhan spesifik 1,65% dan sintasan sebesar 90%.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2001. Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001 Tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Sekretaris Negara Republik Indonesia. Jakarta
- Anonim. 2013. Perda No. 53. Harga satuan pokok kegiatan instansi pemerintah Kalimantan Barat. 91 p.
- Affandi R, Tang UM. 2002. *Fisiologi hewan air*. UNRI Pers. 217 p
- Arjona JF, Chacoff LV, Jarabo IR, Gonçalves O, Páscoa I, María P, Río MD, Mancera JM. 2009. Tertiary stress responses in Senegalese sole (*Solea senegalensis* Kamp.1858)

- to osmotic challenge: implication for osmoregulation, energy metabolism, and growth. *Aquaculture* 287: 419-426.
- Boyd CE. 1982. *Water Quality management for pond fish culture*. Amsterdam (NL): Elsevier Science Publisher B.V. 318 p.
- Dudley RG. 1996. The fisheries of Danau Sentarum Wildlife Reserve. West Kalimantan Indonesia A W B Bogor Indonesia, p: 1-10
- Effendie MI. 2002. *Biologi perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 163 p
- Huisman EA. 1987. *The principles of fish culture production*. Netherland (NL): Department of Aquaculture. Wageningen University
- Hukom V. 2007. Pengaruh salinitas dan kesadahan terhadap tingkat kelangsungan hidup, tingkat konsumsi oksigen, dan osmolaritas udang vanname (*Litopenaeus vannamei*). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- 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. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. p 501-505.
- Jobling M. 1994. *Fish bioenergetics*. Chapman & Hall. London. 309 p.
- Kristanto AH, Asih S, Sukadi MF, Yosmaniar. 2008. Prospek ikan kelabau (*Ostheochilus melamopleura*), tenggalan (*Puntius bulu*) dan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) sebagai ikan budi daya baru. *Prosiding seminar Nasional Perikanan*. Sekolah Tinggi Perikanan. p 133-135
- Marlina E. 2011. Optimasi osmolaritas media dan hubungannya dengan respon fisiologis benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). *Tesis*. Institut Pertanian Bogor.
- Natalia KR. 2013. Pengaruh salinitas terhadap kadar glukosa darah dan laju metabolisme pada pendederan ikan kakap putih (*Lates calcalifer*, Bloch). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Nurdin M. 2013. Perbedaan lama penyinaran dan intensitas cahaya terhadap pertumbuhan serta sintasan benih ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) *Tesis*. Institut Pertanian Bogor.
- Purchase MM, Luis R, Martinez C, Ramos R. 2009. Cortisol and glucose reliable indicator of fish. *American Journal of Aquatic Sciences*, 4(2): 157 – 178.
- Silaban TF, Santoso L, Suparmono. 2012. Pengaruh penambahan zeolit untuk menurunkan konsentrasi amonia pada budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*). *E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1(1).
- Wulandari AR. 2006. Peran salinitas terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor