

RESPONS PERTUMBUHAN BENIH IKAN GABUS (*Channa striata*) DALAM KONDISI PEMELIHARAAN BERSALINITAS

Vitas Atmadi Prakoso, M.H. Fariduddin Ath-thar, Deni Radona, Irin Iriana Kusmini

Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan

Jl. Sempur No. 1, Bogor 16129

Telp. 0251 8313200;

E-mail : vitas.atmadi@gmail.com

Diterima: 11 September 2017, Disetujui: 6 Mei 2018

ABSTRAK

Salah satu parameter lingkungan dalam budi daya ikan air tawar yang dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup adalah salinitas. Studi ini dilakukan untuk mengevaluasi respons pertumbuhan benih ikan gabus (*Channa striata*) dalam beberapa media dengan salinitas berbeda. Penelitian ini dilakukan di Balai Riset Perikanan Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan Budidaya, Bogor. Benih ikan gabus (panjang total $4,89 \pm 0,09$ cm; bobot tubuh $0,88 \pm 0,05$ g) sebanyak 50 ekor dipelihara per akuarium (dimensi $40 \times 30 \times 40$ cm³) dengan sistem aerasi. Perlakuan salinitas yang diberikan yaitu 0, 5, dan 10 ppt, dengan masing-masing perlakuan terdiri dari tiga ulangan. Ikan dipelihara selama 21 hari dengan diberi pakan komersial 3% biomassa per harinya. Pertumbuhan, laju pertumbuhan spesifik, pertumbuhan harian rata-rata, dan sintasan benih ikan gabus merupakan beberapa parameter yang diamati. Hasil uji pertumbuhan benih ikan gabus menunjukkan bahwa pertambahan panjang dan sintasan antara perlakuan salinitas tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Pertambahan bobot, laju pertumbuhan spesifik, dan rata-rata pertumbuhan harian pada 0 ppt berturut-turut adalah $0,53 \pm 0,03$ g, $2,32 \pm 0,10$ %/hari, $0,025 \pm 0,001$ g/hari yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan 5 ppt ($0,45 \pm 0,03$ g; $1,86 \pm 0,10$ %/hari; $0,021 \pm 0,002$ g/hari) dan 10 ppt ($0,44 \pm 0,01$ g; $1,94 \pm 0,03$ %/hari; $0,021 \pm 0,001$ g/hari) ($P < 0,05$). Hasil penelitian mengindikasikan bahwa peningkatan salinitas ke 10 ppt menurunkan pertumbuhan bobot, laju pertumbuhan spesifik, dan rata-rata pertumbuhan harian benih ikan gabus.

Kata kunci: *Channa striata*, pertumbuhan, salinitas, sintasan

ABSTRACT

Salinity is one of environmental parameters in freshwater aquaculture that could affect growth and survival. This study was conducted to evaluate the growth response of striped snakehead (*Channa striata*) fingerlings in different salinities. The research was conducted at the Balai Riset Perikanan Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan, Bogor. Fingerlings with total length of 4.89 ± 0.09 cm and body weight of 0.88 ± 0.05 g were stocked 50 individuals per aquarium ($40 \times 30 \times 40$ cm³) with aeration system. Salinity treatments consisted of 0, 5, and 10 ppt with three replications for each treatment. Fish were reared for 21 days and were fed by commercial feed (3% of biomass per day). Growth, specific growth rate, average of daily growth, and survival rate were observed. The result showed that length gain and survival rate were not significantly different among treatments ($P > 0.05$). Weight gain, specific growth rate, and average of daily growth in 0 ppt was 0.53 ± 0.03 g, 2.32 ± 0.10 %/day, and 0.025 ± 0.001 g/day, respectively. Those values were significantly higher than 5 ppt (0.45 ± 0.03 g; 1.86 ± 0.10 %/day; 0.021 ± 0.002 g/day) and 10 ppt (0.44 ± 0.01 g; 1.94 ± 0.03 %/day; 0.021 ± 0.001 g/day) ($P < 0.05$). The results of present study indicate that increasing salinity to 10 ppt contribute to the decline in weight gain, specific growth rate, and average of daily growth of striped snakehead fingerlings.

Keywords: *Channa striata*, growth, salinity, survival rate.

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara megabiodiversitas dengan sumber daya genetik ikan air tawar yang berlimpah (Kottelat *et al.*, 1993). Salah satu ikan air tawar yang memiliki nilai jual tinggi adalah ikan gabus. Ikan ini merupakan jenis ikan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat di Kalimantan dan Sumatra (Gustiano, 2007). Oleh karena itu, prospek pengembangan budi daya ikan gabus sebagai sumber protein merupakan hal yang penting bagi masyarakat di Kalimantan dan Sumatra. Selain untuk keperluan konsumsi, daging ikan gabus ataupun ekstrak proteinnya dapat meningkatkan kadar albumin dalam darah untuk membantu penyembuhan beberapa penyakit (Kusmini *et al.*, 2016).

Secara umum, kegiatan budi daya ikan gabus belum berkembang di masyarakat dan masih mengandalkan hasil tangkapan dari alam. Keberadaan ikan ini sudah semakin sulit ditemui di habitat aslinya. Hal tersebut disebabkan selain dikonsumsi sebagai sumber protein, ikan ini juga banyak dicari sebagai obat karena kandungan albumin dalam tubuhnya, sehingga tingkat penangkapannya pun menjadi semakin tinggi dan dapat mengancam kelestarian ikan ini.

Kegiatan domestikasi merupakan salah satu cara untuk menjaga kelestarian ikan gabus agar dapat dibudidayakan, sehingga permintaan konsumen dapat dipenuhi tanpa harus mengandalkan hasil tangkapan dari alam. Untuk menuju proses domestikasi tersebut, diperlukan banyak penelitian dari berbagai aspek, salah satunya dari aspek lingkungan. Beberapa faktor pembatas berupa parameter lingkungan diduga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Salah satu parameter lingkungan tersebut adalah salinitas (Boeuf & Payan, 2001). Perubahan tingkat salinitas dapat berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan dan metabolisme ikan (Nordlie, 2009). Oleh karena itu, beberapa penelitian tentang pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan beberapa jenis ikan telah dilakukan (Morgan & Iwama, 1991; Wang *et al.*, 1997; Luz *et al.*, 2008; Ath-thar & Gustiano, 2010; Ma *et al.*, 2014; Lisboa *et al.*, 2015). Akan tetapi,

informasi tentang respon ikan gabus ini terhadap salinitas masih sedikit sekali ditemukan. Dengan ilustrasi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh salinitas terhadap respon pertumbuhan benih ikan gabus (*Channa striata*).

METODE

Penelitian dilakukan di Balai Riset Perikanan Budi Daya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan, Bogor. Benih ikan gabus yang digunakan berukuran panjang total $4,89 \pm 0,09$ cm dan bobot tubuh $0,88 \pm 0,05$ g. Padat tebar yang digunakan yaitu 50 ekor per akuarium. Akuarium yang digunakan berukuran $40 \times 30 \times 40$ cm³ dan diberi aerasi. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan salinitas yang diberikan yaitu 0, 5, dan 10 ppt dengan masing-masing perlakuan terdiri dari tiga ulangan. Air bersalinitas dibuat dengan menambahkan air laut ke dalam air tawar hingga mencapai salinitas yang diinginkan dengan peneraan menggunakan refraktometer (Salinity refractometer, Trans Instruments). Ikan dipelihara selama 21 hari dengan diberi pakan komersial 3% biomassa per harinya. Pengambilan data panjang dan bobot dilakukan setiap 7 hari. Parameter yang diukur untuk mengevaluasi respons pertumbuhan benih ikan gabus adalah pertambahan panjang, pertambahan bobot, laju pertumbuhan harian, rata-rata pertumbuhan harian, dan sintasan yang diukur menggunakan metode dari Weatherley & Gill (1987). Data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA dengan tingkat kepercayaan 95% menggunakan *software* PASW Statistics 18.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji pertumbuhan benih ikan gabus dalam media bersalinitas 0, 5, dan 10 ppt yang ditampilkan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pertambahan panjang pada masing-masing perlakuan salinitas tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Pertambahan bobot benih ikan gabus pada perlakuan 0 ppt atau kontrol lebih tinggi secara signifikan

dibandingkan dengan 5 dan 10 ppt ($P < 0,05$). Hal serupa juga terjadi pada parameter laju pertumbuhan spesifik dan rata-rata pertumbuhan harian benih ikan gabus yang menunjukkan nilai perlakuan 0 ppt secara signifikan lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan salinitas 5 dan 10 ppt. Sebaliknya, sintasan pada masing-masing perlakuan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan nilai tertinggi pada perlakuan 5 ppt, yang diikuti oleh perlakuan kontrol (0 ppt) dan perlakuan 10 ppt.

Data penambahan panjang (Tabel 2 dan Gambar 1) dan bobot (Tabel 3 dan Gambar 2) juga menunjukkan bahwa salinitas menyebabkan penurunan laju pertumbuhan benih ikan gabus. Laju pertumbuhan tertinggi ada pada salinitas 0 ppt dengan persamaan $y = 0,032x + 4,856$ untuk panjang dan $y = 0,024x + 0,913$ untuk bobot. Sementara itu, laju pertumbuhan terendah ditemukan pada salinitas 10 ppt dengan persamaan $y = 0,019x + 4,875$ untuk panjang dan $y = 0,020x + 0,915$ untuk bobot. Pada salinitas 5 ppt diperoleh persamaan laju pertumbuhan

$y = 0,029x + 4,911$ dan $y = 0,021x + 0,923$ masing-masing untuk penambahan panjang dan bobot.

Beberapa penelitian mengenai pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan telah dilakukan pada beberapa spesies ikan, antara lain ikan nila (Ath-thar & Gustiano, 2010), ikan mas (Wang *et al.*, 1997), dan ikan turbot (Imsland *et al.*, 2001). Penelitian tersebut menyatakan bahwa paparan salinitas di luar batas toleransi dapat menurunkan pertumbuhan dan meningkatkan persentase mortalitas pada ikan. Hal tersebut sesuai dengan hasil yang diperoleh pada penelitian ini yang menunjukkan penurunan pertumbuhan pada salinitas 5 dan 10 ppt akibat proses aklimatisasi terhadap salinitas yang lebih tinggi. Saat pengamatan, terlihat bahwa benih ikan gabus yang terpapar salinitas 5 dan 10 ppt memiliki nafsu makan yang lebih rendah dibandingkan dengan yang dipelihara pada 0 ppt. Hasil serupa juga diperoleh Dubey *et al.* (2016) yang melakukan penelitian pada spesies *Channa punctata*.

Tabel 1. Pertumbuhan dan sintasan benih ikan gabus pada salinitas berbeda selama 21 hari masa pemeliharaan.

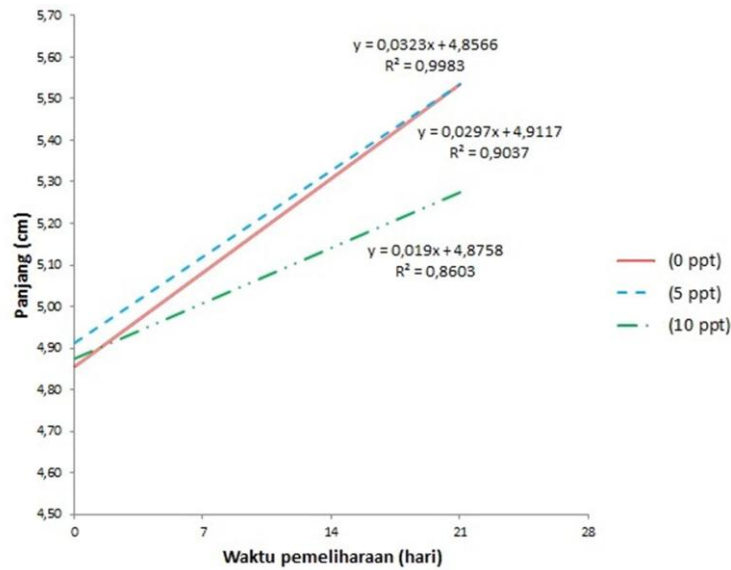
Parameter	Perlakuan salinitas (ppt)		
	0	5	10
Pertambahan panjang (cm)	$0,69 \pm 0,12^a$	$0,62 \pm 0,08^a$	$0,42 \pm 0,20^a$
Pertambahan bobot (g)	$0,53 \pm 0,03^b$	$0,45 \pm 0,03^a$	$0,44 \pm 0,01^a$
Laju pertumbuhan spesifik (%/hari)	$2,32 \pm 0,10^b$	$1,86 \pm 0,10^a$	$1,94 \pm 0,03^a$
Rata-rata pertumbuhan harian (g/hari)	$0,025 \pm 0,001^b$	$0,021 \pm 0,002^a$	$0,021 \pm 0,001^a$
Sintasan (%)	$77,3 \pm 3,06^a$	$79,3 \pm 5,77^a$	$75,33 \pm 2,31^a$

Keterangan: Perbedaan huruf yg dicetak superskrip mengindikasikan perbedaan yang signifikan antara perlakuan.

Tabel 2. Pertambahan panjang benih ikan gabus pada salinitas berbeda setiap 7 hari selama 21 hari masa pemeliharaan.

Hari ke-	Panjang (cm)		
	0 ppt	5 ppt	10 ppt
0	$4,86 \pm 0,07^a$	$4,99 \pm 0,05^a$	$4,81 \pm 0,12^a$
7	$5,09 \pm 0,08^a$	$5,03 \pm 0,11^a$	$5,10 \pm 0,10^a$
14	$5,29 \pm 0,07^a$	$5,27 \pm 0,04^a$	$5,16 \pm 0,07^a$
21	$5,54 \pm 0,12^b$	$5,61 \pm 0,08^b$	$5,23 \pm 0,19^a$

Keterangan: Perbedaan huruf yg dicetak superskrip mengindikasikan perbedaan yang signifikan antara perlakuan.

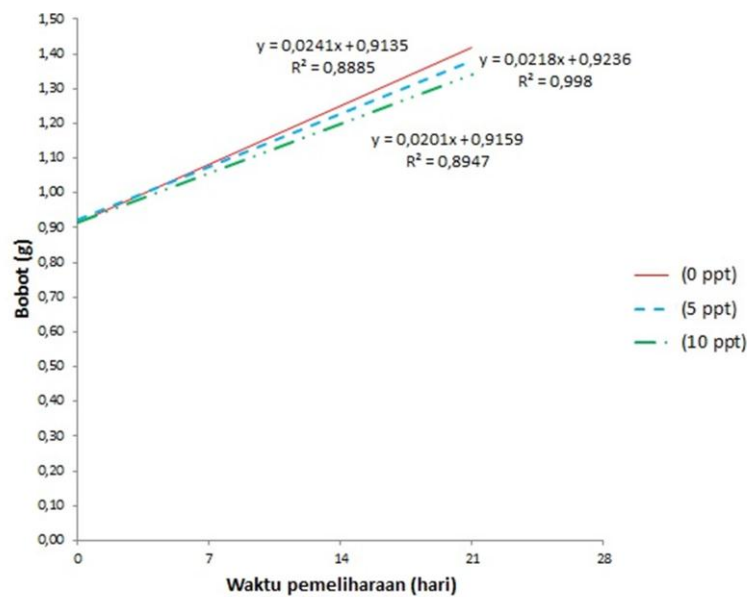


Gambar 1. Grafik pertambahan panjang benih ikan gabus pada salinitas berbeda selama 21 hari masa pemeliharaan.

Tabel 3. Pertambahan bobot benih ikan gabus pada salinitas berbeda setiap 7 hari selama 21 hari masa pemeliharaan.

Hari ke-	Bobot (g)		
	0 ppt	5 ppt	10 ppt
0	$0,84 \pm 0,01^a$	$0,93 \pm 0,08^a$	$0,86 \pm 0,02^a$
7	$1,18 \pm 0,07^a$	$1,07 \pm 0,18^a$	$1,14 \pm 0,12^a$
14	$1,28 \pm 0,04^a$	$1,24 \pm 0,03^a$	$1,22 \pm 0,06^a$
21	$1,37 \pm 0,03^b$	$1,38 \pm 0,03^b$	$1,30 \pm 0,01^a$

Keterangan: Perbedaan huruf yg dicetak superskrip mengindikasikan perbedaan yang signifikan antara perlakuan.



Gambar 2. Pertambahan bobot benih ikan gabus pada salinitas berbeda selama 21 hari masa pemeliharaan.

Dalam beberapa kasus, salinitas dapat memengaruhi pertumbuhan ikan (Weatherley & Gill, 1987). Kegiatan budi daya membutuhkan salinitas optimal untuk spesies yang dipelihara guna menghindari stres yang berpengaruh negatif terhadap kinerja pertumbuhan (Barton, 2002; Iwama *et al.*, 2004). Tiap spesies memiliki respons pertumbuhan yang berbeda terhadap paparan salinitas. Pengujian pada ikan mas, koan, dan sturgeon menunjukkan bahwa pada salinitas 2 ppt terjadi peningkatan laju pertumbuhan, efisiensi makanan, dan FCR (Konstantinov & Martynova, 1993). Pertumbuhan yang optimal pada ikan nila merah hibrid terdapat pada salinitas 18 ppt (Watanabe *et al.*, 1989). Pada penelitian dengan benih ikan gabus ini, perlakuan salinitas 5 dan 10 ppt memiliki pertumbuhan yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol (0 ppt) karena paparan salinitas tersebut menyebabkan stres yang berdampak negatif terhadap pertumbuhan. Penurunan tingkat pertumbuhan akibat paparan salinitas ini juga terjadi pada spesies ikan air tawar lain, seperti channel catfish (Allen & Avault, 1970) dan ikan mas (Wang *et al.*, 1997). Aklimatisasi terhadap salinitas menyebabkan proses osmoregulasi di dalam tubuh mengalami perubahan untuk menyesuaikan tekanan osmotik lingkungan, sehingga hal tersebut menghambat pertumbuhan benih ikan gabus. *Energetic cost* dari regulasi ion meningkat dengan perubahan salinitas yang meningkat jauh dari kondisi iso-osmotik yang seharusnya kurang dari 15 mOsm pada kondisi air tawar. Selain itu, faktor lain juga dapat dipengaruhi oleh proses metabolisme lain dalam merespons perubahan salinitas (Morgan & Iwama, 1991).

Beberapa studi juga telah mengevaluasi pengaruh salinitas terhadap metabolisme dan respon fisiologis pada spesies ikan (Morgan & Iwama, 1991; Chang & Hur, 1999; Sampaio & Bianchini, 2002; Nakkrasae *et al.*, 2015; Prakoso *et al.*, 2015; Stewart *et al.*, 2016). Peningkatan kadar natrium dalam plasma darah akibat peningkatan salinitas eksternal memiliki efek seluler pada pertumbuhan berupa peningkatan natrium intraseluler yang terjadi pada beberapa spesies. Hal tersebut akan merangsang efek mitogenik yang berpotensi

memberikan pengaruh terhadap perubahan tingkat pertumbuhan (Boeuf & Payan, 2001).

Dari segi sintasan tidak ditemukan perbedaan nyata antara perlakuan salinitas ($P > 0,05$). Hasil penelitian ini juga membuktikan bahwa benih ikan gabus memiliki toleransi yang baik terhadap paparan salinitas rendah sampai 10 ppt. Hal ini menunjukkan bahwa spesies ini merupakan ikan air tawar stenohalin. Hal yang serupa juga dilaporkan terjadi pada ikan lele (Sarma *et al.*, 2013) dan betok (Dubey *et al.*, 2015). Peningkatan mortalitas ikan air tawar stenohalin terhadap peningkatan salinitas dapat disebabkan oleh peningkatan kebutuhan pengelolaan tekanan osmotik pada salinitas yang lebih tinggi (Kilambi, 1980). Jika salinitas lingkungan berubah secara tiba-tiba dan melebihi batas toleransi, maka ikan akan mengalami kematian akibat ketidakseimbangan osmoregulasi (Pfeiler, 1981).

Hasil pengukuran kualitas air di akuarium pemeliharaan benih ikan gabus dengan perlakuan salinitas menunjukkan bahwa suhu, pH, dan oksigen terlarut (Tabel 4) masih berada pada kisaran yang layak untuk budi daya ikan dengan nilai yang tidak berbeda nyata antara perlakuan ($P > 0,05$).

Suhu dan salinitas memiliki interaksi yang erat dan kompleks. Kedua parameter tersebut akan menyebabkan banyak hormon di dalam tubuh ikan menjadi aktif, di antaranya hormon pertumbuhan, cortisol, PRL, dan hormon tiroid. Perubahan suhu dan salinitas akan merangsang hormon-hormon tersebut yang berperan dalam mengontrol pertumbuhan maupun osmoregulasi. Dalam kaitannya dengan penelitian ini, perubahan salinitas merangsang peningkatan hormon cortisol sebagai respons atas proses osmoregulasi. Selanjutnya, PRL bertindak sebagai hormon kunci bagi kemampuan osmoregulator pada ikan air tawar yang bersifat antagonis terhadap hormon pertumbuhan selama aklimatisasi dengan peningkatan salinitas, sehingga memengaruhi sistem regulasi pertumbuhan ikan (Madsen & Bern, 1992; Seidelin & Madsen, 1997; Boeuf & Payan, 2001; Imsland *et al.*, 2001).

Selain itu, kedua parameter tersebut dapat memengaruhi tingkat nafsu makan ikan.

Tabel 4. Kualitas air media pemeliharaan benih ikan gabus pada salinitas berbeda selama 21 hari masa pemeliharaan.

Parameter kualitas air	Perlakuan salinitas (ppt)		
	0	5	10
Suhu air (°C)	27,39 ± 0,26 ^a	27,40 ± 0,20 ^a	27,44 ± 0,36 ^a
pH	8,33 ± 0,22 ^a	8,50 ± 0,20 ^a	8,29 ± 0,15 ^a
Oksigen terlarut (mg/L)	6,82 ± 0,57 ^a	6,84 ± 0,18 ^a	6,67 ± 0,13 ^a

Jika kondisi suhu dan salinitas dalam media pemeliharaan optimal bagi suatu spesies ikan, maka nafsu makannya akan optimal yang berdampak pada pertumbuhan yang optimal. Berkaitan dengan penelitian ini, perubahan salinitas menyebabkan proses aklimatisasi yang berakibat pada stres dan nafsu makan benih ikan gabus menjadi berkurang, yang pada akhirnya berpengaruh negatif terhadap pertumbuhannya. Selain itu, oksigen terlarut juga harus diperhatikan dalam aktivitas budi daya karena oksigen terlarut dibutuhkan dalam metabolisme ikan (Timmons *et al.*, 2001) agar pertumbuhan ikan menjadi optimal.

KESIMPULAN

Peningkatan salinitas ke 10 ppt di dalam media pemeliharaan benih ikan gabus (*Channa striata*) mengakibatkan penurunan laju pertumbuhan, khususnya pada pertambahan bobot, laju pertumbuhan spesifik, dan rata-rata pertumbuhan harian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterimakasih kepada Prof. Dr. Ir. Rudhy Gustiano, M.Sc atas bimbingannya dalam penulisan makalah ini, serta Bambang Priadi, Try Peran Utama, dan Endang Sri Rahmawati yang telah memberikan kontribusi dalam penelitian. Penelitian ini merupakan kegiatan Tahun Anggaran 2016 di Balai Riset Perikanan Budi Daya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan.

DAFTAR PUSTAKA

Allen, KO and Avault Jr, JW. 1970. Effect of salinity on the growth and survival of

channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Proceedings of the Southeastern Association of Game and Fish Commissioners*, 23, 311-319.

Ath-thar, MHF dan Gustiano, R. 2010. Performa ikan nila BEST dalam media salinitas. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, 2010, 493-499.

Barton, AB. 2002. Stress in fish: a diversity of response with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integrated and Comparative Biology*, 42, 517-525.

Boeuf, G and Payan, P. 2001. How should salinity influence fish growth?. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 130, 411-423.

Chang, YJ and Hur, J.W. 1999. Physiological responses of grey mullets (*Mugil cephalus*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by rapid changes in salinity of rearing water. *Journal of Korean Fisheries Society*, 32, 310-316.

Dubey, SK, Trivedi, RK, Chand, BK, Rout, SK and Mandal, B. 2015. Response of *Anabas testudineus* (Bloch, 1792) to salinity for assessing their culture potentiality in brackish water inundation prone areas of Indian Sundarban. *Journal of the Inland Fisheries Society of India*, 47, 59-69.

Dubey, SK, Trivedi, RK, Chand, BK, Mandal, B and Rout SK. 2016. The effect of salinity on survival and growth of the freshwater stenohaline fish spotted snakehead *Channa punctata* (Bloch, 1793). *Zoology and Ecology*, 2016, 10p.

Gustiano, R., 2007. Kajian teknis dan sosioekonomis pengelolaan berkelan-

- jutan sumber daya genetik ikan. *Prosiding Lokakarya Nasional Pengelolaan dan Perlindungan Sumber Daya Genetik di Indonesia: Manfaat Ekonomi untuk Mewujudkan Ketahanan Nasional*, 48-53.
- Imsland, AK, Foss, A., Gunnarsson, S, Marc H.G Berntssen, MHG, Fitzgerald, R, Bonga, SW, Ha, EV, Naevdal G and Stefansson, SO. 2001. The interaction of temperature and salinity on growth and food conversion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 198, 353-367.
- Iwama, GK, Afonosoi, LOB, Tongham, A., Ackerman, P. and Kazumi, N. 2004. Commentary: Are HSPs suitable for indicating stressed states in fish?. *The Journal of Experimental Biology*, 207, 15-19.
- Kilambi, RV. 1980. Food consumption, growth and survival of grass carp *Ctenopharyngodon idella* Val. at four salinities. *Journal of Fish Biology*, 17, 613-618.
- Konstantinov, AS and Martynova, VV. 1993. Effect of salinity fluctuations on energetics of juvenile fish. *Journal of Ichthyology*, 33, 161-166.
- Kottelat, M, Whitten, AJ, Kartikasari, SN dan Wirjoatmodjo, S. 1993. Ikan air tawar Indonesia bagian barat dan Sulawesi. Periplus, Hongkong. 293pp.
- Kusmini, II, Gustiano R, Prakoso VA dan Ath-thar MHF. 2016. Budidaya Ikan Gabus. Penebar Swadaya, Jakarta, 76pp.
- Lisboa, V, Barcarolli, IF, Sampaio, LA and Bianchini, A. 2015. Effect of salinity on survival, growth and biochemical parameters in juvenile Lebranch mullet *Mugil liza* (Perciformes: Mugilidae). *Neotropical Ichthyology*, 13, 447-452.
- Luz, RK, Martinez-Alvarez, RM, De Pedro, N and Delgado, MJ. 2008. Growth, food intake regulation and metabolic adaptations in goldfish (*Carassius auratus*) exposed to different salinities. *Aquaculture*, 276, 171-178.
- Ma, Z, Guo, H, Zheng, P, Wang, L, Jiang, S, Zhang, D and Qin, JG. 2014. Effect of salinity on the rearing performance of juvenile golden pompano *Trachinotus ovatus* (Linnaeus 1758). *Aquaculture Research*, 47(6), 1761-1769.
- Madsen, SS and Bern, HA. 1992. Antagonism of prolactin and growth hormone: impact on seawater adaptation in two salmonids, *Salmo trutta* and *Oncorhynchus mykiss*. *Zoological Science*, 9, 775-784.
- Morgan, JD and Iwama, GK. 1999. Energy cost of NaCl transport in isolated gills of cutthroat trout. *American Journal of Physiology*, 277, 631-639.
- Nakkrasae, L, Wisetdee, K and Charoenphandhu, N. 2015. Osmoregulatory adaptations of freshwater airbreathing snakehead fish (*Channa striata*) after exposure to brackish water. *Journal of Comparative Physiology Part B*, 11pp.
- Nordlie, FG. 2009. Environmental influences on regulation of blood plasma/serum components in teleost fishes: a review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 19, 481-564.
- Pfeiler, E. 1981. Salinity tolerance of Leptocephalous larvae and juveniles of the bonefish (Albulidae: *Albula*) from the Gulf of California. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 52, 37-45.
- Prakoso, VA, Kim, KT, Min, BH, Gustiano, R and Chang, YJ. 2015. Effects of salinity on oxygen consumption and blood properties of young grey mullets *Mugil cephalus*. *Indonesian Aquaculture Journal*, 10(2), 143-153.
- Sampaio, LA and Bianchini, A. 2002. Salinity effects on osmoregulation and growth of the euryhaline flounder *Paralichthys orbignyanus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 269(2), 187-196.
- Sarma, K, Prabakaran, K, Krishnan, P, Grinson, G and Kumar, AA. 2013. Response of a freshwater air-breathing fish, *Clarias batrachus* to salinity stress: An experimental case for their farming in brackishwater areas in Andaman, India. *Aquaculture International*, 21, 183-196.

- Seidelin, M and Madsen, SS. 1997. Prolactin antagonizes the seawater-adaptative effect of cortisol and growth hormone in anadromous brown trout (*Salmo trutta*). *Zoological Science*, 14, 249-256.
- Stewart, HA, Noakes DL, Cogliati KM, Peterson JT, Iversen MH and Schreck, CB. 2016. Salinity effects on plasma ion levels, cortisol, and osmolality in Chinook salmon following lethal sampling. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, 192, 38-43.
- Timmons, MB, Ebeling, JM, Wheaton, FW, Summerfelt, ST and Vinci, BJ. 2001. Recirculating Aquaculture Systems. *NRAC Publication, Cayuga Aqua Ventures, Ithaca*, 34, 151-154.
- Wang, JQ, Lui, H, Po, H and Fan, L. 1997. Influence of salinity on food consumption, growth and energy conversion efficiency of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. *Aquaculture*, 148, 115-124.
- Watanabe, WO, French, KE and Ernt, DH. 1989. Salinity during early development influences growth and survival of Florida red tilapia in brackish and seawater. *Journal of World Aquaculture Society*, 20, 134-142.
- Weatherley, AH and Gill, HS. 1987. The biology of fish growth Academic Press, London, 443 pp.