

PERBAIKAN PERTUMBUHAN DAN TOLERANSI SALINITAS IKAN NILA SRIKANDI (*Oreochromis aureus* x *O. niloticus*) MELALUI HIBRIDISASI DAN BACK-CROSS DENGAN *O. aureus* F-1 DI KARAMBA JARING APUNG LAUT

Priadi Setyawan[#], Adam Robisalmi, dan Bambang Gunadi

Balai Penelitian Pemuliaan Ikan

(Naskah diterima: 28 September 2015; Revisi final: 7 November 2015; Disetujui publikasi: 9 November 2015)

ABSTRAK

Ikan nila Srikandi merupakan hasil persilangan antara ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*) dan ikan nila biru (*O. aureus*) yang dapat tumbuh baik pada salinitas 10-30 g/L. Kendala yang sering dihadapi dalam pengembangan budidaya di tambak adalah mortalitas tinggi akibat tingginya fluktuasi salinitas air tambak. Perairan laut mempunyai fluktuasi salinitas yang rendah sehingga dapat dijadikan solusi. Namun demikian, salinitas di atas 30 g/L menyebabkan penurunan laju pertumbuhan dan sintasan ikan. Persilangan antara ikan nila biru F-1 (AuF1) hasil seleksi famili dengan ikan nila hitam Nirwana 2 (Nw2) atau nila Srikandi (Sr) diharapkan dapat meningkatkan toleransi salinitas dan pertumbuhan ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pertumbuhan dan toleransi salinitas ikan nila hibrida hasil persilangan dengan AuF1 di karamba jaring apung (KJA) laut di Kabupaten Brebes. Penelitian eksperimental dengan tiga ulangan dilakukan pada lima populasi hasil kombinasi perkawinan Nw2 x AuF1, Sr x AuF1, Nw x Au (Nirwana x *Aureus* atau Srikandi), Nw2 x Nw2 dan AuF1 x AuF1. Benih berukuran 3-5 cm diaklimatisasi hingga salinitas laut. Pemeliharaan dilakukan pada jaring 3 m x 5 m x 2 m dengan padat tebar 10 ekor/m³ selama tiga bulan. Pemberian pakan komersial berprotein 30% dilakukan dua kali sehari sebanyak 3%-5% biomassa. Hasil pengujian menunjukkan rerata bobot akhir pada seluruh populasi berkisar antara 126,9-182,7 g dengan rerata sintasan 14,67%-70,13%. Ikan nila biru F-1 dapat meningkatkan karakter sintasan 33,54% pada hasil hibridisasi Nw2xAuF1 dan 35,27% pada persilangan *backcross* (Sr x AuF1) dibandingkan dengan ikan nila Srikandi, sedangkan pada karakter bobot badan meningkat sebesar 4,34% pada populasi hibrida dan 11,68% pada populasi *backcross*. Populasi Nw2 x AuF1 dan Sr x AuF1 menghasilkan biomassa panen yang lebih tinggi dibandingkan ikan nila Srikandi sehingga dapat dijadikan kandidat untuk budidaya ikan nila di KJA laut.

KATA KUNCI: pertumbuhan, nila Srikandi, nila biru, KJA, laut

ABSTRACT: *Growth and salinity tolerance of Srikandi tilapia (Oreochromis aureus x O. niloticus) from hybridization and backcross with F-1 O. aureus in marine floating cages. By: Priadi Setyawan, Adam Robisalmi, and Bambang Gunadi*

Srikandi tilapia is a hybrid between Nile tilapia (Oreochromis niloticus) and blue tilapia (O. aureus). It has good growth performance in salinity level of 10-30 g/L. However, high salinity fluctuation on brackish water pond leads to high mortality level. Marine environment with low salinity fluctuation could be potential solution to overcome this issue. However, high salinity level above 30 g/L leads to low survival and growth rates. Crossbreeding between blue tilapia F-1 (AuF1) and Nirwana2 (Nw2) or Srikandi strain (Sr) was expected to increase survival rate and growth. This research was aimed to evaluate salinity tolerance and growth of hybrid (Nw2 x AuF1) and backcross (Sr x AuF1) on marine floating cages in Brebes District. Research experimental with three replications was done on five combinations, namely: Nw2 x AuF1, Sr x AuF1, Nw x Au (Srikandi), Nw2 x Nw2, and AuF1 x AuF1. Tilapia fry (3-5 cm) was gradually acclimated to seawater. Rearing was done in 3 m x 5 m x 2 m floating cages with density of 10 fish/m³ for three months. Commercial feed (30% crude protein) was given twice a day at 3%-5% biomass. Result showed that the average of body weight ranged between 126.9-182.7 g and survival rate was 14.67%-70.13%. Male F-1 blue tilapia could

[#] Korespondensi: Balai Penelitian Pemuliaan Ikan. Jl. Raya 2 Pantura Sukamandi, Patokbeusi, Subang 41263, Jawa Barat, Indonesia. Tel.: + (0260) 520662
E-mail: setyawan_p@yahoo.com

increase survival rate about 33.54% in hybrid Nw2 x AuF1 and 35.27% in backcross (Sr x AuF1) compared to Srikandi strain (Sr). Growth increased about 4.34% on hybrid population and 11.68% on backcross. Hybrid and backcross population has higher biomass than Srikandi strain therefore could be candidate for tilapia culture in marine cages.

KEYWORDS: growth, Srikandi tilapia, blue tilapia, floating cages, marine

PENDAHULUAN

Ikan nila dikenal sebagai *aquatic chicken* karena kemudahan dalam budidayanya (El-Sayed, 2006). Budidaya ikan nila berkembang secara pesat hingga di 135 negara. Total produksi ikan nila dunia mencapai 4.677.613 ton pada tahun 2013 dengan produsen utamanya adalah Cina, Mesir, Indonesia, Brazil, Filipina, dan Thailand (FAO, 2014). Produksi ikan nila di Indonesia mencapai 695.063 ton pada tahun 2012 (Kelautan dan Perikanan dalam Angka, 2013).

Produksi ikan nila di Indonesia masih dapat ditingkatkan dengan memanfaatkan lahan marginal di kawasan pesisir. Budidaya ikan nila di kawasan pesisir dimungkinkan karena sifat ikan nila yang eurihalin dengan kisaran toleransi salinitas yang luas. Pada tahun 2012 dirilis ikan nila Srikandi (*Oreochromis aureus* x *O. niloticus*) dengan Surat Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor KEP.09/MEN/2012 yang merupakan ikan nila unggul dengan toleransi salinitas tinggi hingga 30 g/L. Ikan ini merupakan hibrida antara ikan nila hitam Nirwana (*O. niloticus*) dengan ikan nila biru (*O. aureus*) jantan.

Pada penerapan budidaya di tambak sering terjadi gangguan pertumbuhan akibat fluktuasi salinitas yang tinggi, serta kenaikan salinitas di atas 30 g/L pada musim kemarau. Perairan laut merupakan alternatif bagi pengembangan budidaya nila Srikandi karena mempunyai kisaran salinitas yang lebih stabil. Peluang pengembangan budidaya laut dengan potensi lahan budidaya seluas 12.545.072 ha dan tingkat pemanfaatan baru sekitar 1,42% (Kelautan dan Perikanan dalam Angka, 2013).

Kendala yang dihadapi pada budidaya ikan nila di laut dengan salinitasnya tinggi di atas 30 g/L adalah terhambatnya pertumbuhan hingga kematian ikan akibat tekanan hipersalinitas media. Hal ini yang menyebabkan kegiatan budidaya dan publikasi ilmiah di Indonesia tentang budidaya ikan nila di laut sangat sulit ditemukan. Kondisi tersebut dapat diatasi dengan melakukan perbaikan toleransi salinitas dan pertumbuhan ikan pada salinitas yang lebih tinggi hingga di atas 30 g/L. Persilangan ikan nila (*O. niloticus*) dengan spesies nila yang mempunyai toleransi salinitas tinggi dapat menjadi solusi untuk meningkatkan pertumbuhan dan toleransi salinitasnya. Ikan mujair (*O. mossambicus*) mempunyai toleransi salinitas tertinggi pada genus *Oreochromis* (Fiess *et al.*, 2007; Hena *et al.*, 2005), yang dapat digunakan untuk

persilangan. Ikan mujair juga dapat langsung dipindahkan dari air tawar ke laut atau sebaliknya (Morgan *et al.*, 1997), namun demikian hibrida yang terbentuk bersifat *intermediet* pada karakter bobot badannya (Yan *et al.*, 2002).

Kandidat lain yang sering digunakan adalah ikan nila biru yang mempunyai rerata bobot di atas ikan mujair (El-Sayed, 2006). Toleransi salinitas ikan nila biru lebih rendah dibandingkan mujair (Popma & Masser, 1999), namun lebih tinggi dari ikan nila hitam (Bakhom *et al.*, 2009). Ikan nila biru di Balai Penelitian Pemuliaan Ikan juga mempunyai toleransi salinitas yang lebih tinggi dibandingkan ikan nila hitam. Ikan nila biru F-1 dihasilkan dari seleksi famili di tambak Indramayu dengan metode *tandem selection* pada karakter toleransi salinitas dan bobot badan. Persilangan ikan nila Nirwana 2 dan nila Srikandi dengan ikan nila biru F-1 hasil seleksi famili di tambak kemungkinan dapat meningkatkan toleransi salinitas dan pertumbuhan ikan di KJA laut. Hibridisasi interspesifik antara ikan nila hitam betina dengan ikan nila biru jantan dilaporkan dapat meningkatkan toleransi salinitas hingga 32 g/L (El-Zaeem *et al.*, 2010). Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki toleransi salinitas dan pertumbuhan ikan nila hasil hibridisasi interspesifik dan *backcross* dengan ikan nila biru F-1 sehingga diperoleh peningkatan produktivitas panen hasil pembesaran di KJA laut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Penelitian Pemuliaan Ikan, Sukamandi Kabupaten Subang dan karamba jaring apung (KJA) laut di perairan Kaliwlingi, Kabupaten Brebes pada tahun 2014. Wadah pemeliharaan berupa 15 jaring berukuran 3 m x 5 m x 2 m yang dipasang pada kerangka besi tahan karat dan pelampung.

Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan adalah hasil pemijahan alami ikan koleksi atau ikan hasil pemuliaan di Balai Penelitian Pemuliaan Ikan. Populasi ikan uji diperoleh dari persilangan antara ikan nila Nirwana betina dengan nila biru jantan (Nw x Au, atau ikan nila Srikandi, Sr), nila Nirwana 2 betina dengan nila biru F-1 jantan (Nw2 x AuF1) dan nila Srikandi betina dengan nila biru F-1 jantan (Sr x AuF1, atau populasi *backcross*). Sebagai kontrol internal digunakan persilangan nila Nirwana 2 (Nw2 x Nw2) dan ikan nila biru F-1 (AuF1 x AuF1).

Keseluruhan induk yang digunakan dalam persilangan sudah matang gonad. Induk tersebut dipilih melalui seleksi kematangan gonad dilanjutkan pemberian pakan induk dengan protein 40% sehingga pada saat pemijahan diperoleh lebih dari 15 induk betina yang memijah. Keberhasilan proses pemijahan ditandai dengan banyaknya induk betina yang mengerami telur di dalam mulutnya dan bergerak lamban dengan bagian mulut di permukaan air. Koleksi larva dilakukan pada pagi hari dan ditempatkan dalam hapa pendederan pertama dengan padat tebar 250 ekor/m² selama dua minggu dilanjutkan pendederan kedua dengan padat tebar 125 ekor/m² selama satu bulan.

Aklimatisasi Benih

Benih hasil pendederan kedua ditempatkan dalam bak permanen *indoor* bersalinitas 10 g/L yang dilengkapi dengan aerasi agar kandungan oksigen terlarut di atas 5 mg/L. Padat tebar yang digunakan 2.000 ekor/m². Aklimatisasi dilakukan selama enam hari dengan menaikkan salinitas harian 5 g/L hingga mencapai salinitas 35 g/L. Pemberian pakan dilakukan pada siang hari sebanyak 1%-2% biomassa.

Pembesaran di Karamba Jaring Apung Laut

Penebaran di KJA laut dilakukan pada pagi hari dengan padat tebar 10 ekor/m³. Metode pengujian eksperimental dilakukan dengan menggunakan lima populasi dan tiga ulangan. Pembesaran dilakukan selama tiga bulan dengan pemberian pakan 3%-5% biomassa disesuaikan dengan kebutuhan ikan pada pagi dan sore hari. Pakan yang digunakan adalah pakan pembesaran komersial dengan kandungan protein 30%.

Pengukuran Karakter Kuantitatif dan Analisis Data

Sampling dilakukan setiap bulan dengan mengambil ikan sebanyak 15% populasi secara acak. Karakter kuantitatif yang diukur yaitu panjang total, panjang standar, dan bobot ikan. Rerata bobot bulanan digunakan untuk menentukan persentase pemberian pakan sesuai biomassa pada bulan berikutnya. Pengukuran kualitas air media pemeliharaan dilakukan secara periodik setiap bulan sebagai data pendukung. Data sintasan dihitung dengan membagi jumlah ikan pada akhir pemeliharaan dengan jumlah awal pada saat penebaran di tambak.

Nilai heterosis dari rerata tetua (*mid-parent heterosis*) dan nilai heterosis berdasarkan nilai tetua tertinggi (*high-parent heterosis*) dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Mid - parent heterosis, } h = \left[\frac{F_1 - (P_1 + P_2)/2}{(P_1 + P_2)/2} \right] \times 100$$

$$\text{High - parent heterosis, } h = \left[\frac{F_1 - HP}{HP} \right] \times 100$$

di mana:

F1 : rerata hibrida atau hasil persilangan

HP : rerata tetua dengan nilai tertinggi pada karakter tertentu

P1 dan P2 : rerata tetua 1 dan 2 (Aslam *et al.*, 2010)

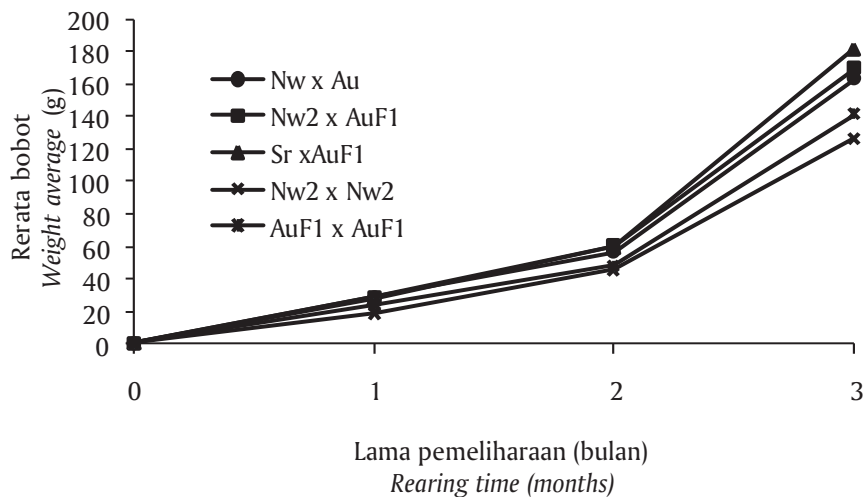
Data dianalisis secara statistik dengan analisis sidik ragam menggunakan *software* minitab 16 dilanjutkan dengan uji pembandingan *Tukeys Pairwise Comparison* pada tingkat kepercayaan 95% untuk melihat perbedaan di antara populasi uji.

HASIL DAN BAHASAN

Pemeliharaan hingga bulan ketiga di KJA laut menunjukkan pola pertumbuhan yang terus naik seperti terlihat pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1, maka pertumbuhan ikan nila di KJA masih dapat ditingkatkan dengan tingkat efisiensi pakan yang tinggi. Kenaikan pertumbuhan akan terus terjadi hingga mencapai puncak laju pertumbuhannya sehingga grafik pertumbuhan akan mulai mendatar dan berbentuk sigmoid.

Hasil pembesaran sampai dengan bulan ke-3 belum menunjukkan kecenderungan penurunan laju pertumbuhan atau belum mencapai puncak laju pertumbuhan ikan. Puncak laju pertumbuhan pada ikan nila berbeda antara jantan dan betina. Puncak laju pertumbuhan ikan betina terjadi pada tahap awal pembentukan gonad, sedangkan pada ikan jantan terjadi pada tahap maturasi gonad lengkap selama tahap spermiogenesis (Bhatta *et al.*, 2012). Titik puncak di mana kurva sudah mulai mendatar biasanya dijadikan acuan untuk panen. Pemeliharaan setelah melewati fase ini akan berakibat pada penurunan tingkat efisiensi pakan akibat terjadinya penurunan laju pertumbuhan ikan sementara jumlah pakan yang diberikan terus meningkat.

Ikan nila Srikandi dan populasi persilangan dengan induk nila biru F-1 dapat tumbuh baik pada salinitas di atas 30 g/L. Proses aklimatisasi sebelum penebaran ikan berperan penting dalam keberhasilan ujicoba ini. Aklimatisasi secara bertahap dengan menaikkan salinitas harian 5 g/L dapat meningkatkan toleransi salinitas hingga salinitas 36 g/L (Guner *et al.*, 2005). Meskipun tidak semua jenis ikan nila dapat dibudidayakan di laut, beberapa jenis ikan nila mempunyai toleransi salinitas yang lebih tinggi



Gambar 1. Pertambahan bobot bulanan ikan nila pada pemeliharaan di KJA laut; Nw = nila Nirwana, Au = nila biru, AuF1 = nila biru F-1; dan Sr = Srikandi

Figure 1. Monthly body weight of tilapia reared in marine floating cages. Nw = Nirwana strain, Au = blue tilapia, AuF1, blue tilapia F-1; and Sr = Srikandi strain

sehingga dapat dibudidayakan di perairan laut (El-Sayed, 2006; Kamal & Mair, 2005). Jenis nila atau *tilapia* yang dapat dibudidayakan di perairan laut antara lain mujair (Webb & Maughan, 2007), nila merah (Watanabe *et al.*, 1990; Suresh & Lin, 1992), nila biru (Molnar *et al.*, 2008) dan persilangan dengan jenis-jenis ikan tersebut (El-Sayed, 2006).

Tahap awal kematangan reproduksi pada ikan nila di air tawar terjadi pada bulan ketiga atau ikan berumur lima bulan (Popma & Masser, 1999); 5-7 bulan (El-Sayed, 2006), pada ukuran 23 cm pada ikan nila biru di *reservoir Aquamilpa* (Messina *et al.*, 2010). Ikan nila yang dipelihara di KJA laut belum menunjukkan penurunan laju pertumbuhan hingga bulan ketiga atau berumur lima bulan. Hal ini mengindikasikan laju pertumbuhan ikan masih tinggi dan belum memasuki masa reproduksi. Laju pertumbuhan ikan nila akan menurun apabila mengalami perkembangan organ reproduksi (Olusegun, 2011). Hal ini terjadi akibat sebagian energi dari pakan akan digunakan untuk perkembangan gonad sehingga alokasi energi untuk pertumbuhan ikan terganggu.

Pemeliharaan pada salinitas tinggi kemungkinan berpengaruh pada terlambatnya proses perkembangan dan kematangan gonad ikan nila di KJA laut. Meskipun ikan dapat tumbuh pada salinitas laut tetapi proses perkembangan reproduksinya terganggu dan jumlah oosit menurun tajam pada salinitas di atas 30 g/L (Schofield *et al.*, 2011). Hal ini dikuatkan dengan profil

gonad ikan nila Srikandi hasil pembesaran di KJA laut yang belum berkembang seperti terlihat pada Gambar 2. Terhambatnya perkembangan gonad ikan pada pembesaran di KJA laut juga terjadi pada populasi lainnya.

Performa reproduksi terbaik pada ikan nila terjadi pada salinitas 10 g/L dan mulai menurun dengan meningkatnya salinitas media (Schofield *et al.*, 2011). Gangguan perkembangan gonad mulai terjadi pada salinitas media yang bersifat hiperosmotik atau pada kisaran di atas 15 g/L. Pada salinitas di atas 18 g/L akan terjadi penurunan fertilisasi, daya tetas telur, dan sintasan pada larva ikan nila (Watanabe & Burnett, 1989).

Meskipun seluruh populasi uji dapat hidup pada salinitas laut tetapi kemampuan adaptasi ikan berbeda sehingga terjadi perbedaan nilai sintasan seperti terlihat pada Gambar 3. Rerata sintasan pada semua populasi uji di bawah 80% atau lebih rendah dari sintasan ikan nila pada pembesaran di air tawar. Hal ini sesuai dengan Basuki & Rejeki (2015), yang menyatakan bahwa peningkatan salinitas media berpengaruh pada tingginya kematian dan penurunan sintasan ikan nila. Sintasan pada pembesaran di air tawar pada populasi campuran dan monoseks berkisar 90% (Chakraborty, 2010), 93,3%-96,7% (Abdel-Tawwab, 2003), dan 84%-96% pada pemeliharaan dengan hapa (El-Sayed, 2006), 90% di karamba dengan padat tebar 50 ekor/m³ (Osofero *et al.*, 2009).

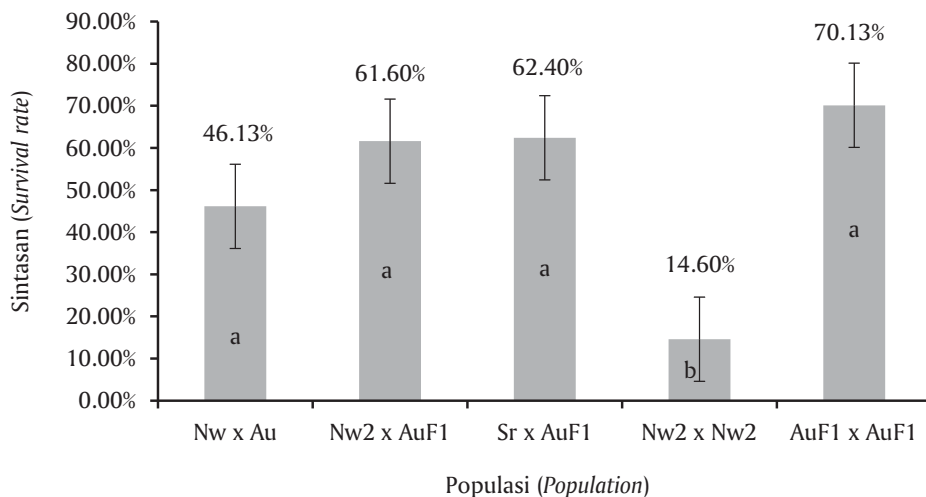


Gambar 2. Gonad ikan nila Srikandi hasil pembesaran tiga bulan di KJA laut (a), dan gonad pada umur yang sama pada pembesaran di kolam air tawar (b)

Figure 2. Gonad of Srikandi strain in marine cage for three months (a), gonad at the same time in freshwater (b)

Pada salinitas di atas 25 g/L terjadi peningkatan aktivitas $\text{Na}^+\text{K}^+\text{-ATPase}$ yang signifikan (Guner *et al.*, 2005), diiringi sekresi NaCl oleh insang dan berbagai bentuk ion garam oleh ginjal. Proses sekresi amonia melalui insang dan proses osmoregulasi dalam rangka menjaga tekanan osmotik ikan akan menyerap sejumlah energi dan merubah ATP menjadi ADP (Randal

& Tsui, 2006). Hal ini menjadi seleksi ketahanan salinitas pada seluruh populasi uji. Pada salinitas yang tinggi akan terjadi tekanan hiperosmotik media, akibatnya ikan akan terus berusaha menanggapi stres dengan mekanisme osmoregulasi yang membutuhkan sejumlah besar energi. Ikan dengan kapasitas osmoregulasi rendah tidak akan mampu menanggapi



Gambar 3. Sintasan pada pemeliharaan di KJA laut selama tiga bulan. Garis vertikal menunjukkan standar deviasi. Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan secara statistik, $P < 0.05$. Nw = nila nirwana, Au = nila biru, AuF1 = nila biru F-1, dan Sr = Srikandi

Figure 3. Survival rate on tilapia reared in marine cages for three months. Vertical bar indicate of standard deviation. Different letter indicate significant differences, $P < 0.05$. Nw = Nirwana strain, Au = blue tilapia, AuF1 = blue tilapia F-1, and Sr = Srikandi strain

tekanan hiperosmotik tinggi di perairan laut sehingga tingkat kematian jauh lebih tinggi dibandingkan pada pemeliharaan di air tawar.

Meskipun ikan nila secara umum termasuk spesies eurihalin yang mempunyai rentang toleransi salinitas yang luas, tetapi ikan nila hitam nirwana (Nw2 x Nw2) mempunyai toleransi salinitas yang rendah. Toleransi salinitas pada genus *Oreochromis* dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain spesies, ukuran, umur, waktu dan metode adaptasi, serta faktor lingkungan (Chervinski, 1982; El-Sayed, 2006a). Persilangan Nw2 x Nw2 mempunyai rerata sintasan terendah di KJA laut. Hal ini sesuai dengan Popma & Masser (1999), yang menyatakan bahwa nila hitam (*O. niloticus*) merupakan ikan ekonomis penting dengan pertumbuhan yang cepat tetapi toleransi salinitasnya lebih rendah dibandingkan spesies ikan nila lainnya. Sementara itu, ikan nila biru mempunyai toleransi salinitas yang lebih tinggi tetapi laju pertumbuhannya lebih rendah dibandingkan ikan nila hitam. Kondisi optimal untuk budidaya ikan nila biru adalah pada kisaran salinitas 12 g/L dengan tidak adanya gangguan pada laju pertumbuhan dan metabolisme ikan (Kucuk *et al.*, 2013).

Ikan nila biru dapat bertahan pada salinitas tinggi. Ikan nila biru menunjukkan toleransi salinitas yang lebih tinggi dengan tingginya efisiensi pakan dan sintasan pada salinitas 32 g/L dibandingkan genotipe ikan nila lainnya (El-Zaeem *et al.*, 2010). Toleransi salinitas yang tinggi juga terlihat pada ikan nila biru F-1 hasil pemuliaan di BPPI. Pada pembentukan populasi F-1 melalui seleksi famili di tambak Indramayu, ikan nila biru seleksi terpapar salinitas tinggi hingga 45-57 g/L selama dua bulan. Pada kondisi tersebut sebagian besar ikan masih hidup dan bertahan meskipun pertumbuhannya terhambat. Kondisi

tersebut menjadi faktor penyeleksi terhadap ikan nila biru F-1 yang mempunyai toleransi salinitas tinggi. *Tandem selection* pada karakter toleransi salinitas dan pertumbuhan ikan nila biru F-1 berpengaruh pada keturunannya. Hal ini dibuktikan pada penelitian ini dengan nilai sintasan yang tertinggi hingga tiga bulan pemeliharaan di KJA laut dengan salinitas 34-36 g/L.

Penggunaan nila biru F-1 melalui hibridisasi atau *backcross* mampu meningkatkan sintasan dan pertumbuhan ikan. Hal ini sesuai dengan Su *et al.* (2013), yang menyatakan bahwa hibridisasi banyak dilakukan sebagai langkah cepat untuk meningkatkan biomassa dengan tujuan utamanya adalah untuk memperoleh heterosis.

Hibridisasi dan *backcross* banyak dilakukan untuk menghasilkan heterosis atau *hybrid vigour*. *Hybrid vigour* merupakan rerata performa unggul pada benih hasil persilangan yang dibandingkan dengan induknya (Gjedrem & Baranski, 2009). *Hybrid vigour* dapat diukur berdasarkan perhitungan nilai heterosis dengan melihat nilai *mid-parent* ataupun *high-parent* heterosis. *Mid-parent* heterosis merupakan persentase perbaikan suatu karakter dibandingkan dengan rerata karakter induknya, sedangkan *high-parent* heterosis merupakan persentase perbaikan suatu karakter dibandingkan dengan rerata induk yang mempunyai nilai tertinggi (Aslam *et al.*, 2010).

Backcross juga dapat diterapkan untuk meningkatkan karakter spesifik ikan hibrida seperti dilaporkan pada hibrida ikan nila hitam dan mujair dengan ikan mujair yang dapat meningkatkan karakter toleransi salinitas (de-Verdal *et al.*, 2014). Hibridisasi dan *backcross* pada penelitian ini selain meningkatkan toleransi salinitas juga meningkatkan pertumbuhan ikan sehingga produktivitas akhir (biomassa) meningkat seperti terlihat pada Tabel 1. Nilai DGR

Tabel 1. Laju pertumbuhan harian dan biomassa ikan nila di KJA laut
Table 1. Daily growth rate (DGR) and biomass of tilapia reared in marine cages

Populasi <i>Population</i>	Rerata bobot <i>Average weight (g)</i>	DGR (g/hari) <i>DGR (g/day)</i>	Biomassa <i>Biomass (g)</i>
Nw x Au (Sr)	163.6 ± 30.1 ^{ab}	1.82 ± 0.15	9.434 ± 1.332 ^b
Nw2 x AuF1	170.7 ± 22.8 ^{ab}	1.90 ± 0.27	13.144 ± 2.139 ^{ab}
Sr x AuF1	182.7 ± 25.2 ^a	2.03 ± 0.02	14.251 ± 2.759 ^a
Nw2 x Nw2	126.9 ± 21.7 ^c	1.41 ± 0.13	2.327 ± 1.415 ^c
AuF1 x AuF1	141.6 ± 28.4 ^{bc}	1.57 ± 0.13	12.414 ± 2.063 ^{ab}

Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan secara statistik, P < 0,05; Nw = nila Nirwana, Au = nila biru, AuF1 = nila biru F-1, dan Sr = Srikandi
Different letters indicate significant differences, P < 0.05; Nw = Nirwana strain, Au = blue tilapia, AuF1 = blue tilapia F-1, and Sr = Srikandi strain

dan biomassa tertinggi terdapat pada persilangan dengan ikan nila biru F-1. Ikan nila Nirwana 2 (Nw2) berperan meningkatkan pertumbuhan hasil persilangannya, sementara toleransi salinitas diperoleh dari penggunaan induk nila biru F-1. Nilai DGR dan biomassa yang rendah pada nila nirwana kemungkinan disebabkan oleh toleransi salinitas yang rendah. Hal ini diindikasikan dengan tingginya kematian ikan Nirwana yang terjadi sejak awal pemeliharaan, sementara ikan yang hidup mengalami hambatan pertumbuhan hingga pada akhir pemeliharaan.

Pemeliharaan pada salinitas laut menjadi faktor pembatas bagi ikan nila yang mempunyai toleransi salinitas rendah. Hal ini terlihat pada populasi Nw2 x Nw2 yang menunjukkan rerata bobot akhir dan sintasan terendah di antara populasi lainnya. Penggunaan nila biru F-1 memberikan pengaruh signifikan pada populasi hibrida dan *backcross* seperti terlihat pada nilai heterosis di Tabel 2. Hasil pengujian menunjukkan nilai *mid-parent* heterosis yang tinggi pada karakter sintasan dan bobot pada persilangan Nw2 x AuF1 dan Sr x AuF1. Heterosis pada karakter pertumbuhan dan toleransi salinitas pada umumnya terjadi pada persilangan ikan nila hitam betina dengan ikan nila biru jantan (El-Zaeem, 2011). Hal ini berbeda dengan persilangan ikan nila dan mujair yang menghasilkan rerata pertumbuhan intermediet atau di antara rerata kedua induknya (Yan *et al.*, 2002).

Nilai *mid-parent* heterosis paling banyak digunakan untuk melihat heterosis (Aslam *et al.*, 2010; El-Zaeem, 2011), tetapi pada penelitian ini kurang menggambarkan kondisi sebenarnya terutama pada persilangan dengan Nw2. Hal ini terjadi karena kedua strain tersebut mempunyai perbedaan yang tinggi pada respons terhadap media pemeliharaan. Nila biru F-1 mempunyai toleransi salinitas yang tinggi sehingga

dapat menyesuaikan dengan perairan laut, sedangkan nila Nw2 mempunyai toleransi salinitas yang rendah, akibatnya nilai heterosis sangat tinggi.

Tekanan stres hiperosmotik oleh air laut, hambatan pertumbuhan, serta kematian tinggi pada Nw2 dapat menimbulkan bias pada perhitungan heterosis dengan *mid-parent* heterosis. Sebagai hasilnya nilai *mid-parent* heterosis pada karakter bobot, sintasan, dan biomassa lebih tinggi pada persilangan Nw2 x AuF1 dibandingkan Sr x AuF1 yang mengindikasikan hasil hibridisasi lebih baik dibandingkan *backcross*. Hal ini berbeda dengan nilai produktivitas budidaya atau biomassa yang lebih tinggi pada persilangan *backcross* dibandingkan hibridisasi.

Pada kasus ini perbaikan ikan nila Srikandi dengan menggunakan nila biru F-1 lebih sesuai apabila dilihat dari nilai *high-parent* heterosis. Nilai *high-parent* heterosis lebih menggambarkan kondisi sebenarnya yaitu hibrida yang terbentuk masih berada di bawah rerata sintasan nila biru sementara rerata bobot di atas nila biru F-1. ikan nila biru F1 pada penelitian ini memberikan perbaikan pada karakter sintasan sebesar 33,54% pada hasil hibridisasi antara Nw2 x AuF1 dan 35,27% pada persilangan *backcross* antara Sr x AuF1 apabila dibandingkan ikan nila Srikandi (Nw x Au). Karakter bobot badan meningkat sebesar 4,34% pada populasi hibrida dan 11,68% pada populasi *backcross*.

Kegiatan penelitian ini dilakukan pada kondisi standar dilihat dari parameter kualitas air di KJA laut yang sesuai untuk budidaya ikan secara umum, kecuali pada parameter salinitas dan kandungan oksigen terlarut. Parameter kualitas air optimum untuk ikan budidaya adalah pada kandungan oksigen terlarut > 5 mg/L; suhu 25°C-32°C; salinitas 0-5 g/L; pH 6,5-9,0; nitrit < 0,5 mg/L; dan amonia < 1,0 mg/L (Boyd, 1990).

Tabel 2. Nilai *mid-parent* heterosis dan *high-parent* heterosis pada persilangan ikan nila

Table 2. *Mid-parent* heterosis and *high-parent* heterosis on tilapia hybrid

Heterosis	Populasi (Population)		Parameter Parameters
	Nw2 x AuF1	Sr x AuF1	
<i>Mid-parent</i> heterosis (%)	27.16	19.76	Bobot (Weight)
	45.28	7.34	Sintasan (Survival rate)
	78.34	30.45	Biomassa (Biomass)
<i>High-parent</i> heterosis (%)	20.56	11.72	Bobot (Weight)
	-12.17	-11.03	Sintasan (Survival rate)
	5.88	14.80	Biomassa (Biomass)

Nw = nila Nirwana, Au = nila biru, AuF1 = nila biru F-1, dan Sr = Srikandi
 Nw = Nirwana strain, Au = blue tilapia, AuF1 = blue tilapia F-1, and Sr = Srikandi strain

Oksigen terlarut di KJA laut berkisar antara 3,16-4,82 mg/L; suhu permukaan 28,2°C-31,7°C; salinitas 34-36 g/L; pH 7,94-8,86; nitrit 0,19-0,42 mg/L; dan amonia 0,12-0,47 mg/L. Kisaran salinitas yang lebih tinggi di KJA laut dapat mengakibatkan gangguan pertumbuhan hingga kematian ikan nila terutama pada ikan nila hitam. Pada penelitian ini kisaran DO di bawah 5 mg/L, namun demikian kisaran tersebut masih termasuk optimal untuk ikan nila. Ikan nila dapat tumbuh pada perairan dengan kandungan oksigen relatif rendah di bawah 3 mg/L, tetapi jika kurang dari 1 mg/L akan mengalami gangguan pertumbuhan, metabolisme, dan rentan serangan penyakit (Popma & Masser, 1999). Kandungan oksigen terlarut (*dissolved oxygen*, DO) yang rendah berdampak pada penurunan performa pertumbuhan ikan.

KESIMPULAN

Hasil hibridisasi dan *backcross* ikan nila Srikandi dengan ikan nila biru F-1 dapat tumbuh dengan baik di KJA laut meskipun nilai sintasannya relatif rendah pada kisaran 61,60% dan 62,40%. Persilangan dengan ikan nila biru F-1 jantan tidak berpengaruh pada rerata bobot akhir dan sintasan baik pada populasi hibrida maupun *backcross*, tetapi memberikan peningkatan biomassa yang signifikan dibandingkan dengan populasi nila Srikandi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh DIPA tahun 2014 di Balai Penelitian Pemuliaan Ikan. Penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada Sdr. Bisri Mustofa, Nur Fansuri, Oman Iskandar, dan seluruh tim yang terlibat dalam kegiatan penelitian. Terima kasih disampaikan kepada Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Brebes atas kerjasama yang baik.

DAFTAR ACUAN

Abdel-Tawwab, M. (2003). Comparative growth performance and feed utilization of four local strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) collected from different location in Egypt. *Qatar Univ. J.*, 23, 143-151.

Aslam, S., Khan, S.M., Saleem, M., Qureshi, A.S., Khan, A., Islam, M., & Khan, S.M. (2010). Heterosis for the improvement of oil quality in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Pak. J. Bot.*, 42(2), 1003-1008.

Bakhom, S.A., Sayed-Ahmed, M.A., & Ragheb, E.A. (2009). Genetic evidence for natural hybridization between Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*; Linnaeus, 1757) and blue tilapia (*Oreochromis aureus*; Steindachner, 1864) in lake Edku, Egypt. *Global Veterinaria*, 3(2), 91-97.

Basuki, F., & Rejeki, S. (2015). Analysis on the survival rate and growth of Larasati Tilapia (*Oreochromis niloticus*) F5 seed in saline media. *Procedia Environmental Science*, 23, 142-147.

Bhatta, S., Iwai, T., Miura, T., Higuchi, M., Maugars, G., & Miura, C. (2012). Differences between male and female growth and sexual maturation in tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology*, 8(2), 57-65.

Boyd, C.E. (1990). Water quality in pond for aquaculture. Auburn University Press. Alabama, 482 pp.

Chakraborty, S.B. (2010). Comparative growth performance of mixed-sex and monosex Nile tilapia population in freshwater cage culture system under Indian perspective. *International Journal of Biology*, 2(1), 44-50.

Chervinski. (1982). Environmental physiology of tilapias. The biology and culture of tilapias. *ICLARM Conference Proceedings*, 7, 119-128.

De-Verdal, H., Rosario, W., Vandeputte, M., Muyalde, N., Morissens, P., Baroiller, J.P., & Chevassus, B. (2014). Response to selection for growth in an interspecific hybrid between *Oreochromis mossambicus* and *O. niloticus* in two distinct environments. *Aquaculture*, 430(20), 159-165.

El-Sayed, A.F.M. (2006). Tilapia culture. Cabi-Publishing. UK, 293 pp.

El-Sayed, A.F.M. (2006a). Tilapia culture in salt water: environmental requirements, nutritional implications and economic potential. *Avances en nutricion acuicola VIII. VIII Simposium Internacional de nutricion acuicola*. Mexico.

El-Zaeem, S.Y., Salama, M.E., & El-Maremie, H.A. (2010). Production of salinity tolerant Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* through traditional and modern breeding methods: Application of interspecific hybridization with blue tilapia, *Oreochromis aureus* as traditional method. *Egypt J. Aquat. Biol. & Fish*, 14(1), 57-74.

El-Zaeem, S.Y. (2011). Growth comparison of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and blue tilapia (*Oreochromis aureus*) as affected by classical and modern breeding methods. *African Journal of Biotechnology*, 10(56), 12071-12078.

FAO. (2014). The State of World Fisheries and Aquaculture, opportunities and challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 243 pp.

Fiess, J.C., Patterson, A.K., Mathias, L., Riley, L.G., Yancey, P.H., Hirano, T., & Grau, G. (2007). Effects of environmental salinity and temperature on osmoregulatory ability, organic osmolytes and plasma hormone profiles in the Mozambique tilapia.

- pia (*Oreochromis mossambicus*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 146, 252-264.
- Gjedrem, T., & Baranski, M. (2009). Selective breeding in aquaculture: an introduction. Review: Methods and technologies in fish biology and fisheries. Vol. 10. Springer Dordrecht Heidelberg. Springer Science + Business Media B.V. London. New York, 221 pp.
- Guner, Y., Ozden, O., Cagirgan, H., Altunok, M., & Kizak, V. (2005). Effect of salinity on the osmoregulatory functions of the gills in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 29, 1259-1266.
- Hena, A., Kamal, M., & Mair, G.C. (2005). Salinity tolerance in superior genotypes of tilapia, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus* and their hybrids. *Aquaculture*, 247(1-4), 189-201.
- Kamal, A.H.M.M., & Mair, G.C. (2005). Salinity tolerance in superior genotypes of tilapia, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus* and their hybrids. *Aquaculture*, 247, 189-201.
- Kelautan dan Perikanan dalam Angka. (2013). Kelompok kerja penyelarasan data kelautan dan perikanan. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta, 212 hlm.
- Kucuk, S., Karul, A., Yildirim, S., & Gamsiz, K. (2013). Effects of salinity on growth and metabolism in blue tilapia (*Oreochromis aureus*). *African Journal of Biotechnology*, 12(19), 2715-2721.
- Messina, E.P., Varela, R.T., Abunader, J.I.V., Mendoza, A.A.O., & Arce, J.M.D.R.V. (2010). Growth, mortality and reproduction of the blue tilapia *Oreochromis aureus* (Perciformes: Cichlidae) in the Aquamilpa reservoir. *Mexico. Rev. Biol. Trop. Int. J. Trop. Biol.*, 58(4), 1577-1586.
- Molnar, J.L., Gamboa, R.L., Revenga, C., & Spalding, M.D. (2008). Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(9), 485-492.
- Morgan, J.D., Sakamoto, T., Grau, E.G., & Iwama, G.K. (1997). Physiological and respiratory responses of the Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*) to salinity acclimation. *Comp. Biochem. Physiol.*, 117A(3), 391-398.
- Olusegun, A.S. (2011). Reproduction and breeding cycle of some commercially important fish species in Gbedikere Lake, Bassa, Kogi State, Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(4), 328-331.
- Osofero, S.A., Otubusin, S.O., & Daramola, J.A. (2009). Effect of stocking density on tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1757) growth and survival in bamboo net cages trial. *African Journal of Biotechnology*, 8(7), 1322-1325.
- Popma, T., & Masser, M. (1999). Tilapia, Life History and Biology. Southern Regional Aquaculture Center. SRAC Publication 283.
- Randal, D.J., & Tsui, T.K.N. (2006). Acid-base transfer across fish gills. *J. Exp. Biol.*, 209, 1179-1184.
- Schofield, P.J., Peterson, M.S., Lowe, M.R., Brown-Peterson, N.J., & Slack, W.T. (2011). Survival, growth and reproduction of non-indigenous Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758). I. Physiological capabilities in various temperatures and salinities. *Marine and Freshwater Research*, 62, 439-449.
- Su, S., Xu, P., & Yuan, X. (2013). Estimates of combining ability and heterosis for growth traits in a full diallel cross of three strains of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *African Journal of Biotechnology*, 12(22), 3514-3521.
- Suresh, A.V., & Lin, C.K. (1992). Tilapia culture in saline waters: a review. *Aquaculture*, 106, 201-226.
- Watanabe, W.O., & Burnett, K.M. (1989). The effects of salinity on reproductive performance of Florida red tilapia. *Journal of The World Aquaculture Society*, 20(4), 223-229.
- Watanabe, W.O., Clark, J.H., Dunham, J.B., Wicklund, R.I., & Olla, B.L. (1990). Culture of Florida red tilapia in marine cages: the effect of stocking density and dietary protein on growth. *Aquaculture*, 90(2), 123-134.
- Webb, A., & Maughan, M. (2007). Pest fish profiles. *Oreochromis mossambicus* – Mozambique tilapia. ACTFR, James Cook University, 12 pp.
- Yan, W., Yi-ho, C., Yun-xia, Y., & Fa-sheng, C. (2002). Reduced growth in hybrid tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) at intermediate stocking density. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 20(4), 344-347.

