

RAGAM FENOTIPE IKAN TENGADAK *Barbonymus schwanefeldii* (BLEEKER 1854) HASIL SILANG LUAR

[Phenotype Variation of the Tinfoil Barb *Barbonymus schwanefeldii* (Bleeker 1854) From Outbreed Result]

Firda Amalia Sukma*¹, M.H. Fariddudin Ath-Thar², Odang Carman¹, dan Deni Radona*²✉

¹Departemen Budidaya Perairan, FPIK IPB, Jln. Agatis Kampus IPB Dramaga 16680

²Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar, Jln. Sempur No. 1 Bogor 16151
email: deniradona_kkp@yahoo.com

ABSTRACT

Outbreed may increase genetic diversity and produce better offspring. Meanwhile, genetic diversity can be inferred from phenotypes variability. This study aimed to analyze the diversity of phenotypic characters from four populations of tinfoil barb outbreed, namely Java (J), Kalimantan (K), ♀ Java × ♂ Kalimantan (JK) and ♀ Kalimantan × ♂ Java (KJ). Analysis of the phenotypic diversity was calculated based on truss morphometric on 30 individuals sampled from each populations. The growth and survival rate were measured for 40 days reared. The study was conducted experimentally using a completely randomized design (CDR) with three replications. Rearing four population of tinfoil barb, beginning with acclimatization for two weeks and was continued reared using 12 aquaria 40x30x30 cm³. Each aquaria was filled with 10 individual seeds/20 L⁻¹ water with the size of 18,66±1,34 g weight and 8,28±0,34 cm of length. Feeding was done three times a day on *ad-libitum* using commercial pellet with protein content of 31-33%. The result of the canonical function analysis of *truss morfometrik* the tinfoil barb on 21 characteristics indicated that the individual morphological character of population of the tinfoil barb outbreed (JK and KJ) interrelated with each other. The highest *sharing component* value of inter population was obtained on the fish from outbreed of KJ and JK (13,3%), while the highest of intra population was obtained of K (96,7%) and the lowest of JK (86,7%). The highest survival rate (100%) was recorded on the JK population and significantly different (P>0,05) with survival rate of 90% observed in the J population.

Key words: outbreed, truss morphometric, survival, rearing.

ABSTRAK

Silang luar dapat meningkatkan keragaman genetik sehingga menghasilkan keturunan dengan kualitas lebih baik. Sementara itu, ragam genetik dapat direfleksikan dari keragaman fenotipe. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis ragam fenotipe empat populasi ikan tengadak hasil silang luar, yaitu Jawa (J), Kalimantan (K), ♀ Jawa × ♂ Kalimantan (JK) dan ♀ Kalimantan × ♂ Jawa (KJ). Analisis keragaman fenotipe dilakukan dengan menggunakan metode truss morfometrik dengan 30 sampel ikan dari masing-masing populasi. Pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup diukur selama 40 hari pemeliharaan. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dan tiga kali ulangan. Pemeliharaan empat populasi ikan tengadak, diawali dengan aklimatisasi selama dua minggu dan dilanjutkan pemeliharaan dengan menggunakan 12 buah akuarium berukuran 40x30x30 cm. Setiap akuarium ditebar benih sebanyak 10 ekor/20 L⁻¹ air yang berukuran bobot 18,66±1,34 g dan panjang 8,28±0,34 cm. Pemberian pakan dilakukan sebanyak tiga kali sehari secara *ad-libitum* menggunakan *pellet* komersial dengan kandungan protein sebesar 31-33%. Hasil analisis fungsi kanonikal *truss morfometrik* ikan tengadak pada 21 karakteristik terukur menunjukkan karakter morfologi individu pada populasi ikan tengadak hasil silang luar (JK dan KJ) saling bersinggungan satu sama lain. Nilai *sharing component* inter populasi tertinggi diperoleh pada ikan tengadak hasil silang luar yaitu KJ dan JK (13,3%) sedangkan intra populasi tertinggi (96,7%) tercatat pada K dan terendah (86,7%) pada populasi JK. Sintasan tertinggi diperoleh pada populasi JK (100%) dan berbeda nyata (P>0,05) dengan sintasan 90% yang diamati pada populasi J.

Kata kunci: silang luar, truss morfometrik, sintasan, pemeliharaan.

PENDAHULUAN

Ikan tengadak *Barbonymus schwanefeldii* (Bleeker, 1854) merupakan spesies asli Asia Tenggara (Dewantoro, 2015; Allen, 2012), dan di Indonesia ditemukan di perairan tawar Sumatera, Kalimantan dan pernah dilaporkan di Jawa (Gustiano *et al.*, 2015; Kusmini *et al.*, 2016; Radona *et al.*, 2016; 2017). Selain sebagai ikan konsumsi, ikan tengadak juga dapat dimanfaatkan sebagai ikan hias. Di Indonesia, budidaya ikan tengadak sudah dilakukan sejak tahun 2010 tetapi belum dilaksanakan secara intensif. Sejauh ini, kemampuan adaptasi ikan tengadak pada lingkungan budidaya masih tergolong rendah. Kusmini *et al.* (2015) melaporkan bahwa kelangsungan hidup ikan

tengadak pada umur 50–60 hari sebesar 69,28±19,64% dengan pertumbuhan hanya mencapai ukuran 1–2 cm.

Rendahnya produktifitas ikan tengadak menyebabkan berkurangnya suplai produk dari kegiatan budidaya, sehingga kebutuhan konsumsi tidak tercukupi. Upaya pengembangan budidaya ikan tengadak terus dilakukan melalui pendekatan secara genetik diantaranya silang luar. Silang luar merupakan perkawinan antara dua individu yang tidak sekerabat untuk mendapatkan keturunan yang lebih baik, yang mempunyai keunggulan pertumbuhan dan kelangsungan hidup (Ismi *et al.*, 2014; Tave, 1993). Silang luar pada umumnya dilakukan untuk pengkayaan ragam genetik populasi

*Kontributor Utama

*Diterima: 25 Juli 2019 - Diperbaiki: 7 Februari 2020 - Disetujui: 26 April 2020

dan meningkatkan heterosigositas, sehingga berimplikasi pada peningkatan kemampuan adaptasi, keragaan pertumbuhan, dan tingkat kelangsungan hidup (Lorenzen *et al.*, 2012; Wedemeyer, 2001).

Ragam genetik dapat diidentifikasi berdasarkan pengukuran karakteristik fenotipe morfologi berdasarkan morfometrik dan pertumbuhan (Sneath, 1995). Karakter fenotipe dapat mencerminkan tingkat kebugaran populasi sehingga memudahkan untuk melakukan seleksi sumberdaya genetik dalam proses budidaya selanjutnya. Beberapa penelitian terkait ragam genetik ikan tengadak sudah dilakukan, diantaranya kajian genotipe dan morfometrik ikan tengadak asal Jawa, Kalimantan, dan Sumatera (Radona *et al.*, 2016). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakter fenotipe ikan tengadak hasil silang luar antara populasi Jawa dan Kalimantan secara resiprokal.

BAHAN DAN CARA KERJA

Penelitian dilakukan di Instalasi Penelitian Plasma Nutfah Perikanan Air Tawar, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan Bogor, pada Bulan Januari-April 2017.

Sampel ikan uji

Ikan uji yang digunakan merupakan benih ikan tengadak hasil silang luar antara populasi Jawa dan Kalimantan secara resiprokal, terdiri dari empat populasi yaitu A) ikan tengadak ♀ Jawa × ♂ Jawa (J), B) ♀ Kalimantan × ♂ Kalimantan (K), C) ♀ Jawa × ♂ Kalimantan (JK), dan D) ♀ Kalimantan × ♂ Jawa (KJ). Ikan uji yang digunakan memiliki bobot rata-rata $18,66 \pm 1,34$ g dengan panjang rata-rata $8,28 \pm 0,34$ cm.

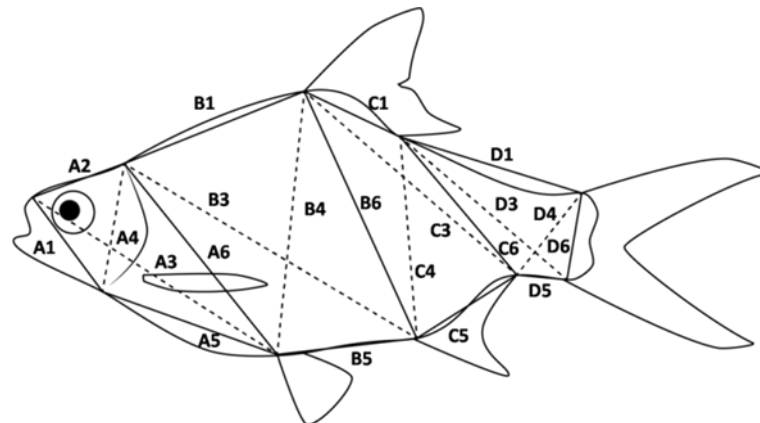
Pengamatan morfometrik

Morfometrik dilakukan terhadap 30 ekor sampel ikan setiap populasi. Truss morfometrik diukur dengan metode pengukuran dan penentuan titik-titik truss berdasarkan Radona *et al.* (2017) yang meliputi 21 karakter terukur, A1 (ujung mulut–ujung operculum bawah), A2 (ujung mulut–batas akhir tulang kepala), A3 (ujung mulut–sirip ventral), A4 (ujung operculum bawah–batas akhir tulang kepala), A5 (ujung operculum bawah–sirip ventral), A6 (batas akhir tulang kepala–sirip ventral), B1 (batas akhir

tulang kepala–awal sirip dorsal), B3 (batas akhir tulang kepala–awal sirip anal), B4 (sirip ventral–awal sirip dorsal), B5 (sirip ventral–awal sirip anal), B6 (awal sirip dorsal–awal sirip anal), C1 (awal sirip dorsal–akhir sirip dorsal), C3 (awal sirip dorsal–akhir sirip anal), C4 (awal sirip anal–akhir sirip dorsal), C5 (awal sirip anal–akhir sirip anal), C6 (akhir sirip dorsal–akhir sirip anal), D1 (akhir sirip dorsal–awal sirip ekor atas), D3 (akhir sirip dorsal–awal sirip ekor bawah), D4 (akhir sirip anal–awal sirip ekor atas), D5 (akhir sirip anal–awal sirip ekor bawah) dan D6 (awal sirip ekor atas–akhir sirip ekor bawah). Pembuatan titik-titik truss dilakukan dengan cara meletakkan ikan di atas kertas yang telah dilapisi plastik bening dan *styrofoam*. Masing-masing titik ditandai dengan menggunakan jarum sesuai dengan pola truss morfometrik (Gambar 1). Hasil pengukuran truss morfometrik seluruh karakter dikonversi kedalam rasio dengan membagi nilai karakter terukur terhadap nilai panjang standar (PS).

Keragaan Pertumbuhan

Parameter pertumbuhan yang diamati meliputi: pertumbuhan panjang mutlak (cm), bobot mutlak (g), laju pertumbuhan spesifik (%), tingkat kelangsungan hidup dan heterosis (%). Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dan tiga kali ulangan. Pemeliharaan empat populasi ikan tengadak diawali dengan aklimatisasi selama dua minggu dan dilanjutkan pemeliharaan selama 40 hari. Penelitian menggunakan 12 buah akuarium berukuran $40 \times 30 \times 30$ cm³ dengan ketinggian air berkisar 20 cm, masing-masing akuarium diberi aerasi dengan intensitas yang sama. Ikan uji yang digunakan berukuran bobot $18,66 \pm 1,34$ g dan panjang $8,28 \pm 0,34$ cm. Jumlah ikan yang ditebar pada setiap akuarium adalah 10 ekor. Pemberian pakan dilakukan sebanyak tiga kali sehari pada pukul 07.00, 12.00, dan 17.00 WIB secara *ad-libitum* menggunakan *pellet* komersial dengan kandungan protein sebesar 31–33%. Kegiatan sampling dilakukan dengan mengukur bobot dan panjang ikan setiap sepuluh hari. Pengukuran bobot ikan dilakukan dengan menggunakan timbangan digital dengan tingkat ketelitian 0,01 g. Pengukuran panjang ikan dilakukan dengan menggunakan penggaris



Gambar 1. Titik pengukuran truss morfometrik pada ikan tengadak (*Measurement point of truss morphometric on tinfoil barb*)

dengan tingkat ketelitian 0,5 mm. Untuk data kelangsungan hidup diamati setiap hari berdasarkan kematian ikan, sedangkan nilai heterosis berdasarkan persamaan Tave (1993).

Analisis data

Karakter truss morfometrik dianalisis secara kuantitatif menggunakan program ImageJ (<https://imagej.nih.gov/ij/download.html>). Sebaran karakter truss morfometrik (intra- dan interpopulasi) dan indeks keseragaman (*sharing component*) dilakukan dengan ANOVA menggunakan SPSS versi 18 serta ditampilkan dalam diagram fungsi kanonikal. Data pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup ditabulasi menggunakan Microsoft Excel 2010, dianalisa dengan analisis varian (ANOVA) menggunakan program SPSS 22.0 kemudian dilakukan uji lanjut Tukey dengan tingkat kepercayaan 95%.

HASIL

Truss morfometrik ikan tengadak hasil silang luar

Keragaman fenotip terhadap 21 karakter pada ikan tengadak hasil silang luar disajikan pada Tabel 1. Keragaman morfometrik dinyatakan dalam koefisien keragaman (CV). Hasil analisis Wilks lambda menunjukkan kesamaan pada lima karakter terukur.

Nilai *sharing component* intra populasi dan inter populasi ikan tengadak disajikan pada Tabel 2. Nilai *sharing component* inter populasi tertinggi

diperoleh pada ikan tengadak hasil silang luar yaitu KJ dan JK (13,3%) sedangkan intra populasi tertinggi diperoleh pada K (96,7%) dan terendah pada JK (86,7%).

Hasil analisis fungsi kanonikal (Gambar 2) memperlihatkan bahwa karakter morfologi individu pada populasi ikan tengadak hasil silang luar (JK dan KJ) saling bersinggungan satu sama lain.

Performa pertumbuhan ikan tengadak hasil silang luar

Bobot mutlak dari empat populasi ikan tengadak hasil silang luar disajikan pada Gambar 3. Bobot mutlak menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($P>0,05$) berkisar antara $0,49\pm0,08$ hingga $0,72\pm0,05$ g.

Panjang mutlak empat populasi ikan tengadak disajikan pada Gambar 4. Panjang mutlak berkisar antara $0,29 \pm 0,08$ hingga $0,98\pm0,69$ cm menunjukkan nilai yang sama ($P>0,05$).

Laju pertumbuhan bobot spesifik empat populasi ikan tengadak disajikan pada Gambar 5. Laju pertumbuhan bobot spesifik menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($P>0,05$) setelah diuji statistik. Laju pertumbuhan bobot spesifik berkisar antara $0,06 \pm 0,01$ hingga $0,36\pm0,22\%$.

Tingkat kelangsungan hidup empat populasi ikan tengadak disajikan pada Gambar 6. Tingkat kelangsungan hidup hibrida menunjukkan nilai yang sama ($P>0,05$) berkisar dari $90,00\pm10,00$ hingga $100,00\pm0,00\%$. Hibrida (JK) memiliki tingkat kelangsungan hidup sebesar $100,00\pm0,00\%$.

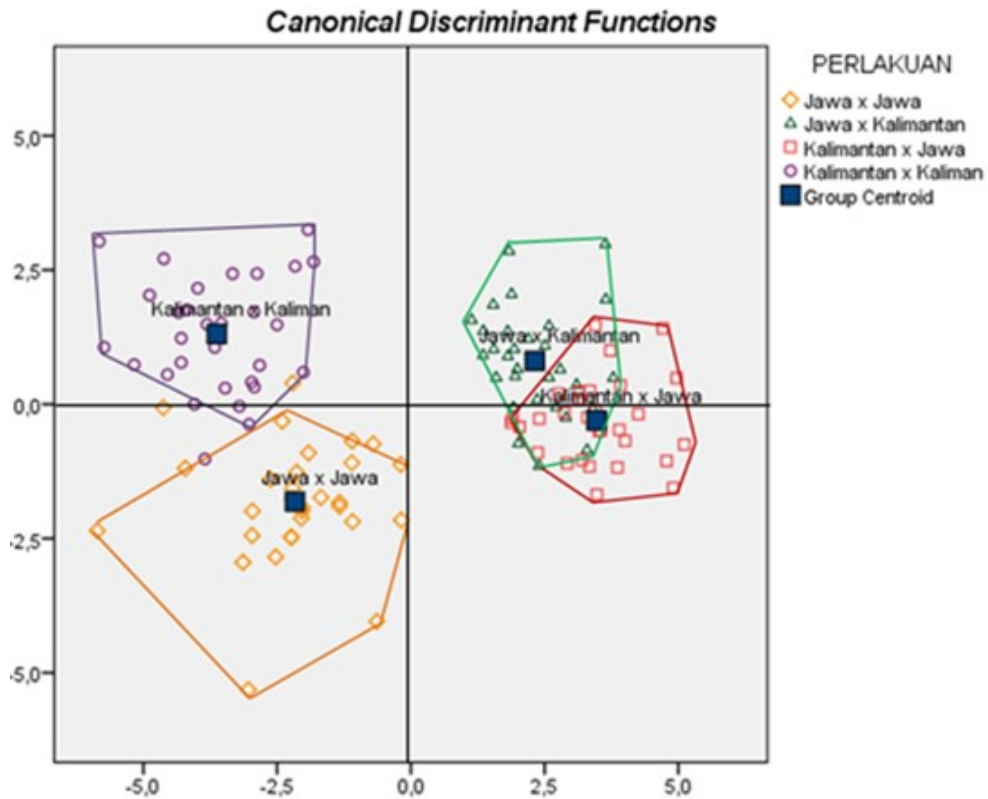
Tabel 1. Analisis Wilks lambda koefisien variasi pada 21 karakter morfometrik ikan tengadak hasil silang luar (*Wilks lambda analysis coefficient of variation on 21 truss morphometric character of tinfoil barb from outbreed result*).

Karakter morfometrik (<i>Morphometric character</i>)	Koefisien keragaman (%) (<i>Coefficient of variation</i>)				Signifikan wilks lambda (<i>Significant wilks of lambda</i>)
	J	JK	KJ	K	
A1	11,871	9,235	10,683	18,283	0,081
A2	9,059	9,800	11,901	8,712	0,000*
A3	4,202	6,129	7,714	5,070	0,977
A4	9,774	9,580	9,272	14,975	0,018*
A5	5,404	7,889	11,054	5,124	0,010*
A6	5,420	6,311	8,172	5,887	0,001*
B1	5,183	8,810	8,889	4,464	0,086
B2	4,403	6,087	7,334	5,435	0,159
B3	6,918	6,969	7,694	5,818	0,000*
B4	9,276	8,481	11,876	12,001	0,092
B5	6,126	6,507	9,086	5,008	0,000*
C1	10,131	13,654	18,684	9,179	0,000*
C2	4,955	6,270	8,466	5,853	0,000*
C3	7,326	6,721	8,978	5,039	0,000*
C4	11,157	14,151	16,416	8,080	0,000*
C5	5,773	7,980	8,389	6,544	0,000*
D1	7,211	7,958	8,343	8,559	0,000*
D2	5,143	8,491	7,491	6,220	0,000*
D3	11,170	8,620	10,995	11,833	0,010*
D4	11,814	11,527	15,451	17,485	0,000*
D5	14,916	11,934	9,832	9,737	0,011*

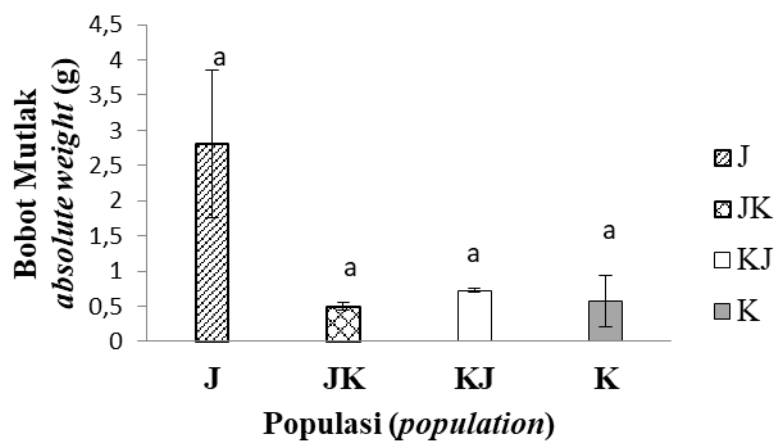
Keterangan (*note*): *) berbeda nyata (*significantly different*) ($P < 0,05$).

Tabel 2. Nilai *sharing component* intra dan inter populasi ikan tengadak hasil silang luar (*Intra-inter population sharing component value of tinfoil barb from outbreed result*).

Populasi (<i>Population</i>)	Nilai <i>sharing component</i> (<i>Sharing component value</i>) (%)				Jumlah (<i>Total</i>)
	J	JK	KJ	K	
JJ	93,3	0	0	6,7	100
JK	0	86,7	13,3	0	100
KJ	0	6,7	93,3	0	100
KK	3,3	0	0	96,7	100

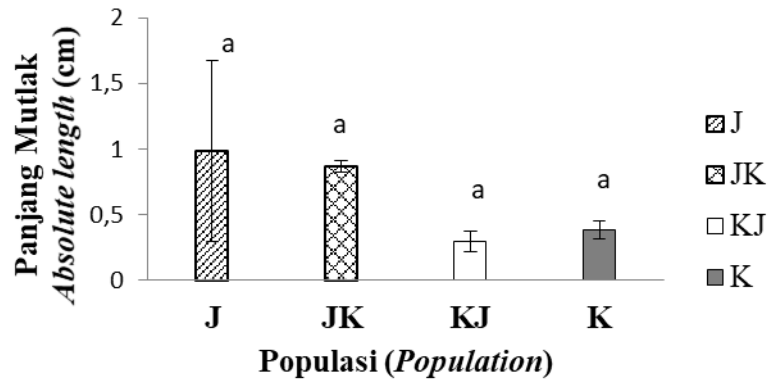


Gambar 2. Penyebaran karakter morfologi individu ikan tengadak hasil silang luar (*Individual morphological characters distribution of tin foil barb from outbred result*).



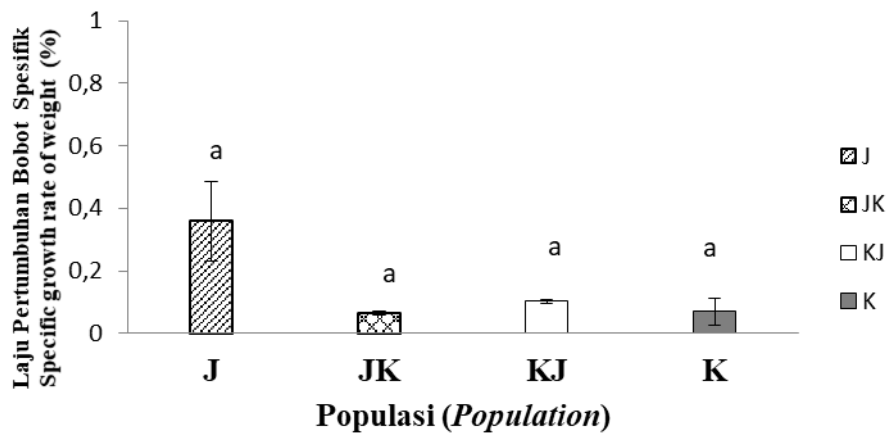
Gambar 3. Bobot mutlak ikan tengadak hasil silang luar (*Absolute weight of tin foil barb from outbred result*).

Keterangan (notes) : Huruf superskrip yang sama di atas bar menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) (*The same superskrip letter on bar indicate not significantly difference*).



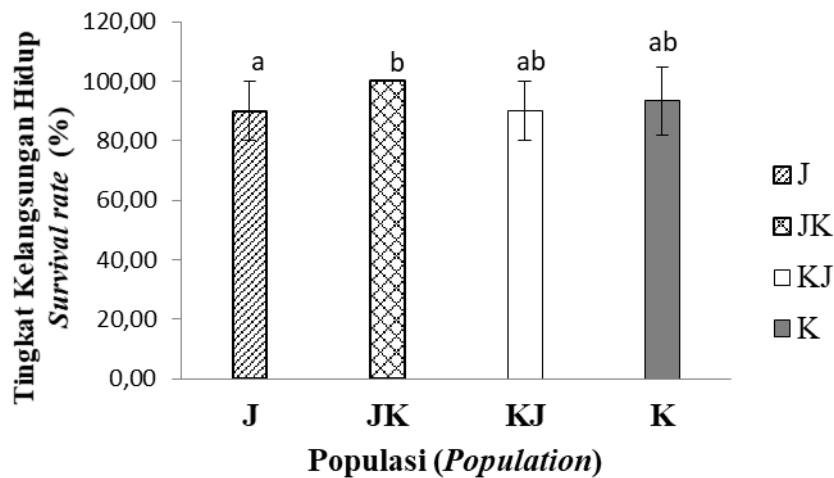
Gambar 4. Panjang mutlak ikan tengadak hasil silang luar (*Absolute length of tinfoil barb from outbreed result*).

Keterangan (*notes*): Huruf superskrip yang sama di atas bar menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) (*The same superskrip letter on bar indicate not significantly difference*).



Gambar 5. Laju pertumbuhan bobot spesifik ikan tengadak hasil silang luar (*Specific growth rate of weight on tinfoil barb from outbreed result*).

Keterangan (*notes*): Huruf superskrip yang sama di atas bar menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) (*The same superskrip letter on bar indicate not significantly difference*).



Gambar 6. Tingkat kelangsungan hidup ikan tengadak hasil silang luar (*Survival rate of tinfoil barb from outbreed result*).

Keterangan (*notes*): Huruf superskrip yang berbeda di atas bar menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$) (*Different superskrip letter on bar indicatae significantly difference*).

PEMBAHASAN

Truss morfometrik ikan tengadak hasil silang luar

Berdasarkan uji signifikan karakter truss morfometrik antar populasi ikan tengadak untuk setiap karakter terdapat 16 karakter terukur yang memiliki karakter yang berbeda ($P < 0,05$), kecuali A1 (ujung mulut – ujung operkulum bawah), A3 (ujung mulut – awal sirip perut), B1 (batas akhir tulang kepala – awal sirip punggung), B2 (batas akhir tulang kepala – awal sirip anal), dan B4 (awal sirip perut – awal sirip anal). Uji signifikan dibutuhkan untuk menentukan karakter yang digunakan sebagai karakter penciri (Kusmini *et al.*, 2016). Hal tersebut mengindikasikan bahwa keempat populasi ikan tengadak memiliki 16 karakter pembeda dan lima karakter yang memiliki kesamaan. Nilai koefisien keragaman dari keempat populasi ikan tengadak berkisar antara 4,20–18,68%. Nilai koefisien keragaman suatu karakter mengindikasikan tingkat keragaman karakter tersebut dalam suatu populasi (Falconer dan Mackay, 1996).

Rendahnya nilai *sharing component* intra populasi pada populasi hasil silang luar (JK) menunjukkan adanya keragaman genetik yang lebih

tinggi dibandingkan dengan resiproknya (KJ), serta populasi induk (J dan K). Sesuai dengan penuturan Mahardika *et al.* (2011), semakin tinggi nilai *sharing component* intra populasi, maka semakin rendah keragaman genetiknya, sedangkan nilai *sharing component* intra populasi yang semakin rendah menunjukkan keragaman genetik yang lebih tinggi.

Penyebaran karakter morfometrik pada ilustrasi fungsi kanonikal (Gambar 2) menunjukkan *group centroid* dari empat populasi berada di kuadran berbeda. Gambar di atas menunjukkan adanya kedekatan antara populasi hasil silang luar (JK) dan (KJ). Hal itu ditunjukkan dengan garis dari kedua populasi hasil silang luar yang saling bersinggungan. Kemiripan yang terbentuk diduga karena keduanya mewarisi sumber genetik dari populasi induknya. Penyebaran karakter morfometrik pada ilustrasi fungsi kanonikal menunjukkan adanya kedekatan antara populasi hasil silang luar (JK) dan resiproknya (KJ). Hal ini selaras dengan dendrogram jarak genetik yang menunjukkan jarak genetik kedua populasi hasil silang luar (JK dan KJ) adalah yang terdekat. Kemiripan antara kedua populasi hasil silang luar lebih besar dibandingkan dengan populasi induknya (J dan K). Diduga kemiripan yang

terbentuk antara populasi hasil silang luar (JK) dan (KJ) karena keduanya mewarisi sumber genetik dari populasi induk yang sama. Sesuai dengan Dunham (2004) yang menyatakan bahwa, kedekatan hubungan kekerabatan yang terbentuk pada suatu populasi disebabkan adanya kesamaan sumber genetik pembentuk populasi.

Performa pertumbuhan ikan tengadak hasil silang luar

Parameter pertumbuhan (panjang dan bobot) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($P>0,05$), sedangkan tingkat kelangsungan hidup menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P<0,05$) dengan nilai tertinggi pada populasi hasil silang luar (JK) sebesar $100,00\pm 0,00\%$. Tingginya nilai tingkat kelangsungan hidup yang diperoleh pada populasi JK tersebut diduga karena adanya peran dari silang luar. Menurut Mahardika *et al.* (2011) dan Ath-thar *et al.* (2011), secara umum perkawinan tidak sekerabat dapat meningkatkan keragaan benih terutama tingkat kelangsungan hidup (TKH). Nilai yang sama ($P>0,05$) pada pertumbuhan diduga karena masa pemeliharaan yang kurang panjang sehingga perubahan yang terjadi pada populasi hasil silang luar masih belum tampak.

KESIMPULAN

Analisis fenotipe pada populasi hasil silang luar ♀ Jawa × ♂ Kalimantan menunjukkan nilai *sharing component* terendah sebesar 86,7% dengan performa kelangsungan hidup tertinggi (100%).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih diberikan kepada bapak Sudarmaji, ibu Fera Permata Putri dan Heppy Aprilistanto (Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan) atas bantuan teknis selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Allen, D., 2012. *Barbonymus schwanenfeldii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012:e.T181160A1705016. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20121.RLTS.T181160A1705016.en>. (Diakses 12 November 2017).

- Ath-thar, M.H.F., Prakoso, V.A. dan Gustiano, R., 2011. Keragaan pertumbuhan hibridisasi empat strain ikan mas. *Berita Biologi*, 10(5), pp. 613–620.
- Dewantoro, E., 2015. Keragaan gonad ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) setelah diinjeksi hormon HCG secara berkala. *Jurnal Akuatika*, 4(1), pp. 1–10.
- Dunham, R.A., 2004. *Aquaculture and Fisheries Biotechnology: Genetic Approaches*. Alabama (USA): CABI Publishing.
- Falconer, D.S. and Mackay, T.F.C., 1996. *Introduction to quantitative Genetic*. Longman. Malaysia, p. 464.
- Gustiano, R., Kusmini, I. dan Ath-thar, M.F.H., 2015. *Mengenal Sumber Daya Genetik Ikan Spesifik Lokal Air Tawar Indonesia Untuk Pengembangan Budidaya*. IPB Press, Bogor, p. 51.
- Ismi, S., Asih, Y.N. dan Kusumawati, D., 2014. Peningkatan produksi dan kualitas benih kerapu dengan program hibridisasi. *Jurnal Oseanologi Indonesia*, 1(1), pp. 1–5.
- Kusmini, I.I., Gustiano, R., Radona, D., Prakoso, V.A., Putri, F.P. dan Prihadi, T.H., 2016. Karakterisasi fenotipe dan genotipe tiga populasi ikan tengadak, *Barbonymus schwanenfeldii*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 11(3), pp. 207–216.
- Kusmini, I.I., Gustiano, R., Mulyasari., Iskandariah dan Huwoyon, G.H., 2015. Ikan lokal tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) asal Kalimantan sebagai andalan untuk ikan budidaya. *Prosiding Seminar Nasional Ikan ke-8. Jakarta, Indonesia*, pp. 177–187.
- Kusmini, I.I., 2009. Karakteristik fenotipe dan genotipe hibrida antara huna biru (*Cherax albertainii*) dengan huna capit merah (*Cherax quadricarinatus*). Tesis. Bogor Institut Pertanian Bogor.
- Lorenzen, K., Beveridge, M.C.M. and Mangel, M., 2012. Cultured fish: integrative biology and management of domestication and interactions with wild fish. *Biology Review*, 87, pp. 639–660.
- Mahardika, P., Soelistiowati, D., Gustiano, R. dan Ath-thar, M.H.F., 2011. Keragaan hibrida intraspesifik dari empat strain ikan nila *Oreochromis niloticus* di karamba jaring apung, Danau Lido. *Berita Biologi*, 10(1), pp. 533–540.
- Radona, D., Kusmini, I.I. dan Ath-thar, M.H.F., 2017. Karakteristik morfistik dan morfometrik tiga generasi ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) asal Kalimantan Barat, Indonesia. *Jurnal Riset Akuakultur*, 12(1), pp. 1–8.
- Radona, D., Soelistiowati, D.T., Gustiano, T., Carman, O., Kusmini, I.I. dan Sundari, R., 2016. Ragam genotipe ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) persilangan populasi Jawa dan Kalimantan berdasarkan RAPD. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(2), pp. 99–105.
- Radona, D., Soelistiowati, D.T., Carman, O., Gustiano, T., 2016. Keragaman genotipe dan morfometrik ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) asal Sumatera, Jawa dan Kalimantan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(3), pp. 259–268.
- Sneath, P.H.A., 1995. Thirty years of numerical taxonomy. *Systematic Biology*, 44, pp. 281–298.
- Sunarna, A., 2016. Hibridisasi interpopulasi ikan lele afrika *Clarias gariepinus* yang diintroduksi di Indonesia *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor.
- Tave, D., 1993. Growth of triploid dan diploid bighead carp, *Hypophthalmichthys nobilis*. *Journal of Applied Aquaculture*. 2(2), pp. 13–25.
- Wedemeyer, G., 2001. *Fish Hatchery Management*, second edition. Amerika Serikat: American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, p. 751.