

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jra>

KARAKTERISASI FENOTIPE DAN GENOTIPE TIGA POPULASI IKAN TENGADAK, *Barbonymus schwanenfeldii*

Irin Iriana Kusmini[#], Rudhy Gustiano, Deni Radona, Vitas Atmadi Prakoso,
Fera Permata Putri, dan Tri Heru Prihadi

Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya air Tawar

ABSTRAK

Ikan tengadak, *Barbonymus schwanenfeldii* merupakan salah satu jenis ikan lokal yang potensial untuk dikembangkan. Kemungkinan keberhasilan pengembangan ikan ini sangat tinggi karena ikan tengadak sekerabat dengan ikan tawes. Studi keragaman genetik dilakukan dalam upaya pemanfaatan sumber daya genetik untuk kegiatan budidaya secara berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis keragaman dan kekerabatan antara populasi ikan tengadak asal Jawa, Sumatera, dan Kalimantan. Analisis fenotipe dilakukan berdasarkan pengukuran *truss*-morfometrik, sedangkan analisis genotipe dilakukan secara molekuler menggunakan metode PCR-RAPD dengan primer OPA-08, OPA-09, dan OPC-02. Hasil analisis fungsi kanonikal *truss*-morfometrik menunjukkan sebaran pengukuran ketiga populasi berada pada kuadran yang berbeda dengan persentase indeks keseragaman tertinggi pada populasi Sumatera dan Jawa (100%). Analisis genotipe menunjukkan ikan tengadak populasi Kalimantan memiliki nilai polimorfisme (50,00) dan heterozigositas tertinggi (0,206); secara kekerabatan ikan tengadak Kalimantan memiliki jarak yang jauh dengan ikan tengadak Jawa dan Sumatera.

KATA KUNCI: tengadak; *Barbonymus schwanenfeldii*; RAPD; *truss* morfometrik

ABSTRACT: *Phenotype and genetic characterization of three population of tinfoil barb. By: Irin Iriana Kusmini, Rudhy Gustiano, Deni Radona, Vitas Atmadi Prakoso, Fera Permata Putri, and Tri Heru Prihadi*

Tinfoil barb Barbonymus schwanenfeldii is one of potential local fish species for aquaculture development. The successful probability of aquaculture development of tinfoil barb is very high due to close genetic relationship with silver barb. Study related to genetic diversity was conducted in order to explore genetic resources for sustainable aquaculture. The aim of this study was to analyze the genetic diversity and relationship between tinfoil barb populations from Java, Sumatra, and Kalimantan. Phenotype analysis was conducted by truss morphometric, whereas genotype analysis conducted by PCR-RAPD using OPA-08, OPA-09, and OPC-02 primers. The results of canonical correlation analysis from truss-morphometric measurements showed that the distribution of three populations were located in different quadrants with the highest similarity index percentage on Sumatra and Java population (100%). Genotypic analysis showed that tinfoil barb population from Kalimantan revealed the highest value of polymorphism (50.00) and heterozygosity (0.206), Kalimantan population have distantly genetic relationship to tinfoil barb from Java and Sumatra.

KEYWORDS: *Barbonymus schwanenfeldii*; RAPD; *truss* morphometric

PENDAHULUAN

Ikan tengadak, *Barbonymus schwanenfeldii* merupakan ikan lokal dari Provinsi Kalimantan, Sumatera, dan Jawa yang keberadaannya mulai berkurang akibat tingginya tingkat penangkapan yang tidak memperhatikan tingkat kelestariannya di alam. Jenis ikan lokal menjadi sangat penting untuk

dikembangkan pembenihannya guna keperluan usaha budidaya dan penebaran ikan kembali ke alam (Sukadi *et al.*, 2009). Ikan tengadak merupakan salah satu jenis ikan lokal yang potensial untuk dikembangkan sebagai ikan budidaya (Rochman *et al.*, 2008). Kemungkinan keberhasilan pengembangan ikan ini sangat tinggi karena ikan tengadak sekerabat dengan ikan tawes. Ikan tengadak merupakan jenis bentopelagis atau perenang di dasar dan dapat bergerak berenang vertikal ke permukaan di perairan umum khususnya sungai dan daerah genangan banjir. Umumnya ikan ini hidup di daerah dengan pH 6,5-7,0. Ikan tengadak

[#] Korespondensi: Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya air Tawar. Jl. Sempur No. 1, Bogor 16154, Indonesia.
Tel.: + (0251) 8313200
E-mail: iriniriana@gmail.com

termasuk jenis herbivora yang memakan tanaman air dan tanaman darat yang terendam. Ukuran maksimum panjang total yang dapat dicapai untuk jenis jantan adalah 35,0 cm; sedangkan betina adalah 20,0 cm. Ikan tengadak tersebar di sungai besar Asia Tenggara seperti Sungai Mekong, Chao Phraya di daratan Asia dan sungai-sungai besar di Semenanjung Malaysia, Pulau Sumatera, dan Kalimantan (Kottelat & Whitten, 1996).

Proses domestikasi merupakan sebuah upaya agar ikan dapat hidup, berkembang biak dan tumbuh pada lingkungan budidaya. Domestikasi sangat diharapkan dapat menjaga kelestarian sumber daya genetiknya, serta dapat meningkatkan produktivitas melalui pengelolaan secara berkelanjutan. Keragaman genetik yang meliputi variasi alel dan heterozigositas penting untuk kelestarian jangka panjang suatu populasi maupun spesies terkait dengan kemampuannya beradaptasi terhadap perubahan lingkungan (Dunham, 2004). Analisis keragaman genetik dengan menggunakan metode RAPD dan *truss morfometrik* telah dilakukan pada beberapa jenis ikan asli Indonesia di antaranya ikan *Tor soro* (Asih *et al.*, 2008), ikan tawes *Barbonymus gonionotus* (Kusmini *et al.*, 2009), dan ikan gabus, *Channa striata* (Gustiano *et al.*, 2013).

Upaya pengembangan ikan lokal ini diharapkan agar tidak hilang dari perairan di beberapa wilayah di Indonesia. Secara fenotipe dan genotipe ikan tengadak mempunyai kekerabatan yang lebih dekat dengan ikan tawes albino dibandingkan dengan ikan tawes asal Jawa Barat (Kusmini *et al.*, 2009). Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis keragaman dan kekerabatan antara populasi ikan tengadak asal Jawa, Sumatera, dan Kalimantan.

BAHAN DAN METODE

Sampel Ikan Uji

Koleksi ikan tengadak dilakukan dari bulan Januari-Maret 2015. Sampel ikan tengadak yang digunakan berasal dari Jawa Barat diperoleh dari Danau Cirata; Jambi dari Kawasan Konservasi Perairan Arwana Kutur, Desa Moenti, Sarolangun; dan Kalimantan Barat dari Balai Benih Ikan Sentral Anjungan Pontianak (Gambar 1). Jumlah sampel yang digunakan untuk

analisis PCR-RAPD adalah 10 ekor untuk tiap populasi, sedangkan untuk analisis *truss*-morfometrik masing-masing sebanyak 30 ekor dari setiap populasi.

Karakterisasi Fenotipe dengan Analisis *Truss*-Morfometrik

Ikan tengadak pada setiap populasi dipilih berdasarkan kelengkapan anggota badannya, selanjutnya dilakukan pemilihan titik-titik *truss* di badan ikan berdasarkan Brzeski & Doyle (1988). Metode pengukuran dilakukan dengan menghubungkan jarak titik-titik spesifik yang bersifat pasti pada badan. Pengukuran morfometrik dilakukan pada ikan tengadak dengan ukuran panjang $15,2 \pm 1,1$ cm dan bobot badan $124,2 \pm 28,5$ g hasil koleksi populasi Jawa, Sumatera, dan Kalimantan. Setiap populasi diambil sebanyak 30 ekor kemudian ikan diletakkan di atas kertas yang telah dilapisi plastik bening. Masing-masing titik ditandai dengan menggunakan jarum sesuai dengan pola *truss*-morfometrik, meliputi: pengukuran jarak titik-titik tanda yang dibuat pada kerangka badan (Gambar 2 dan Tabel 1).

Hasil pengukuran *truss*-morfometrik seluruh karakter dikonversi terlebih dahulu ke dalam rasio dengan cara membagi nilai karakter dengan nilai panjang standar, kemudian dianalisis dengan menggunakan SPSS versi 18.

Karakterisasi Genotipe dengan Analisis RAPD

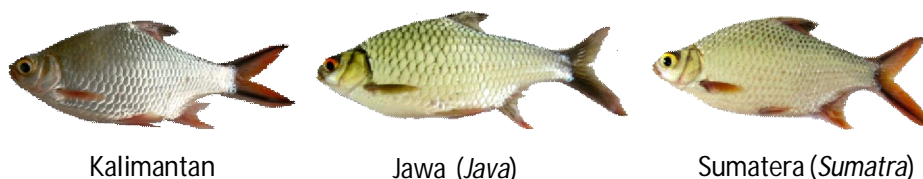
Profil genotipe ikan dianalisis menggunakan metode PCR-RAPD yang diawali dengan proses ekstraksi DNA genom, amplifikasi DNA menggunakan teknik PCR dan elektroforesis.

Ekstraksi DNA

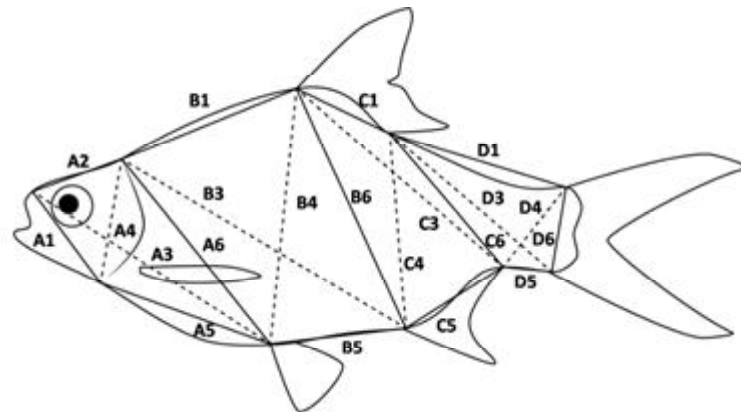
Proses ekstraksi DNA (10 specimen sirip dari 10 ekor per populasi) dilakukan menggunakan metode *phenol-chloroform* (Nugroho *et al.*, 1997).

Amplifikasi DNA dengan Teknik PCR

Amplifikasi DNA dilakukan menggunakan metode PCR dengan primer yang diuji adalah OPA-8, OPA-9, OPA-11, OPA-18, OPC-2, dan OPC-5 (Radona *et al.*, 2016).



Gambar 1. Koleksi ikan tengadak dari Kalimantan, Jawa, dan Sumatera
Figure 1. Tinfoil barb collection from Kalimantan, Java, and Sumatra



Gambar 2. Titik pengukuran *truss*-morfometrik
 Figure 2. *Measurement points of truss morphometric*

Tabel 1. Deskripsi 21 karakter untuk *truss*-morfometrik pada ikan tengadak
 Table 1. *Description of 21 characters for truss morphometric of tin foil barb*

Bidang <i>truss</i> Truss area	Kode Code	Deskripsi jarak Description of distance
Kepala Head	A-1	Ujung mulut - ujung operkulum bawah (<i>End of mouth - the lower end of operculum</i>)
	A-2	Ujung mulut - batas akhir tulang kepala (<i>End of mouth - latter part of skull</i>)
	A-3	Ujung mulut - sirip ventral (<i>End of mouth - ventral fin</i>)
	A-4	Ujung operkulum bawah - batas akhir tulang kepala <i>The lower end of operculum - latter part of skull</i>
	A-5	Ujung operkulum bawah - sirip ventral (<i>The lower end of operculum - ventral fin</i>)
	A-6	Batas akhir tulang kepala - sirip ventral (<i>Latter part of skull - ventral fin</i>)
Tengah badan Middle body	B-1	Batas akhir tulang kepala - awal sirip dorsal (<i>Latter part of skull - beginning of dorsal fin</i>)
	B-3	Batas akhir tulang kepala - awal sirip anal (<i>Latter part of skull - beginning of anal fin</i>)
	B-4	Sirip ventral - awal sirip dorsal (<i>Ventral fin - beginning of dorsal fin</i>)
	B-5	Sirip ventral - awal sirip anal (<i>Ventral fin - beginning of anal fin</i>)
	B-6	Awal sirip dorsal - awal sirip anal (<i>Beginning of dorsal fin - beginning of anal fin</i>)
	Badan belakang Rear body	C-1
C-3		Awal sirip dorsal - akhir sirip anal (<i>Beginning of dorsal fin - end of anal fin</i>)
C-4		Awal sirip anal - akhir sirip dorsal (<i>Beginning of anal fin - end of dorsal fin</i>)
C-5		Awal sirip anal - akhir sirip anal (<i>Beginning of anal fin - end of anal fin</i>)
C-6		Akhir sirip dorsal - akhir sirip anal (<i>End of dorsal fin - end of anal fin</i>)
Pangkal ekor Caudal peduncle		D-1
	D-3	Akhir sirip dorsal - awal sirip ekor bawah (<i>End of dorsal fin - beginning of lower part of caudal fin</i>)
	D-4	Akhir sirip anal - awal sirip ekor atas (<i>End of anal fin - beginning of upper part of caudal fin</i>)
	D-5	Akhir sirip anal - awal sirip ekor bawah (<i>End of anal fin - beginning of lower part of caudal fin</i>)
	D-6	Awal sirip ekor atas - akhir sirip ekor bawah <i>Beginning of upper part of caudal fin - beginning of lower part of caudal fin</i>

Analisis Ragam Genetik

Keragaman genetik dianalisis menggunakan program TFPGA (*Tools for Population Genetic Analysis*) mengacu pada Wright (1978) dalam Miller (1997). Hubungan kekerabatan interpopulasi dianalisis berdasarkan jarak genetik dengan bantuan program UPGMA (*Unweight Pair Methods Arithmetic*) dan disajikan dalam bentuk dendrogram. Analisis sebaran karakter morfometrik intra dan interpopulasi dilakukan dengan anova menggunakan SPSS versi 18 dan disajikan dalam diagram diskriminan kanonikal, serta analisis indeks keseragaman (*sharing component*).

HASIL DAN BAHASAN

Truss-morfometrik Ikan Tengadak

Pengukuran *truss*-morfometrik dilakukan terhadap 21 karakter pada ikan tengadak asal Jawa, Sumatera, dan Kalimantan. Nilai rata-rata karakter *truss*-morfometrik ikan tengadak disajikan pada Tabel 2. Keragaman morfometrik dinyatakan dalam koefisien keragaman karakter (CV) dan nilai CV disajikan dalam Tabel 3.

Nilai CV suatu karakter mengindikasikan tingkat variabilitas karakter yang bersangkutan pada suatu populasi. Tingkat variabilitas suatu karakter fenotipe

mencerminkan variabilitas genotipe populasi (Falconer & Mackay, 1996; Gjedrem, 2005). Pada Tabel 2 terdapat 21 karakter terukur yang memiliki karakter yang berbeda (kecuali A5= ujung operculum bawah – sirip ventral). Koefisien keragaman *truss*-morfometrik populasi ikan tengadak berkisar antara 2,24%-12,76%. Nilai CV ini tergolong rendah. Rendahnya nilai CV bukanlah hal yang luar biasa untuk jenis-jenis ikan air tawar dalam domestikasi seperti yang teramati sebelumnya pada ikan nilem (Mulyasari, 2009), yaitu berkisar antara 3,38%-10,35%. Rendahnya nilai CV ini relatif sempit sehingga peluang terjadi pertukaran gen dengan populasi lain juga relatif kecil (Iskandariah *et al.*, 2015).

Hasil analisis fungsi kanonikal (Gambar 3) memperlihatkan bahwa karakter morfologi ikan tengadak dari Jawa, Sumatera, dan Kalimantan tidak saling bersinggungan, terdistribusi pada kuadran yang berbeda. Ikan tengadak Jawa berada pada kuadran-2 dan 3, ikan tengadak Sumatera berada pada kuadran-1 sedangkan ikan tengadak Kalimantan berada pada kuadran 4. Uji signifikan dilakukan untuk mengetahui karakter yang dapat digunakan sebagai penciri dari suatu jenis ikan. Hal ini mengindikasikan bahwa ikan tengadak dari ketiga populasi (Jawa, Sumatera, dan Kalimantan) tidak memiliki kesamaan karakter ($P < 0,05$).

Tabel 2. Rata-rata nilai karakter *truss*-morfometrik ikan tengadak asal Sumatera, Jawa, dan Kalimantan

Table 2. Average of *truss*-morphometric characters of tinfoil barb from Sumatra, Java, and Kalimantan

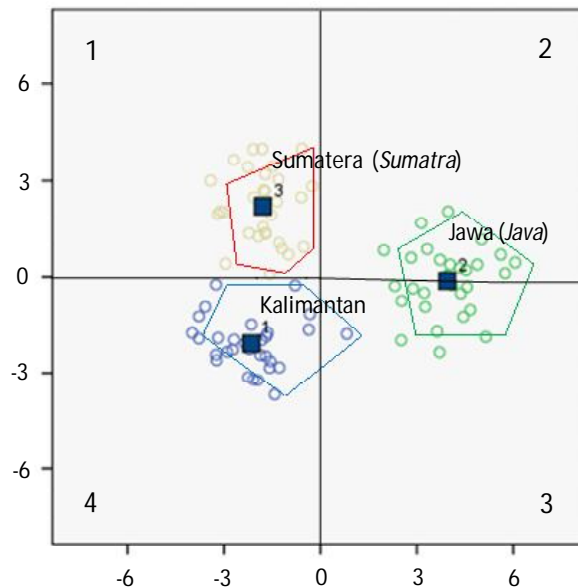
Karakter morfometrik <i>Morphometric characters</i>	Rataan (<i>Average</i>)		
	Sumatera (<i>Sumatra</i>)	Jawa (<i>Java</i>)	Kalimantan
A-1	0.199 ± 0.013	0.174 ± 0.017	0.186 ± 0.011
A-2	0.172 ± 0.014	0.160 ± 0.011	0.166 ± 0.011
A-3	0.537 ± 0.017	0.512 ± 0.027	0.531 ± 0.018
A-4	0.235 ± 0.012	0.215 ± 0.017	0.223 ± 0.011
A-5	0.368 ± 0.020	0.361 ± 0.027	0.370 ± 0.018
A-6	0.469 ± 0.018	0.447 ± 0.025	0.466 ± 0.018
B-1	0.395 ± 0.016	0.370 ± 0.024	0.361 ± 0.017
B-3	0.647 ± 0.015	0.617 ± 0.019	0.626 ± 0.021
B-4	0.475 ± 0.021	0.429 ± 0.025	0.472 ± 0.022
B-5	0.242 ± 0.016	0.243 ± 0.014	0.226 ± 0.016
B-6	0.497 ± 0.013	0.442 ± 0.014	0.498 ± 0.018
C-1	0.178 ± 0.018	0.166 ± 0.017	0.193 ± 0.014
C-3	0.473 ± 0.025	0.439 ± 0.016	0.485 ± 0.017
C-4	0.379 ± 0.019	0.328 ± 0.017	0.365 ± 0.013
C-5	0.151 ± 0.016	0.134 ± 0.015	0.154 ± 0.010
C-6	0.322 ± 0.014	0.290 ± 0.010	0.314 ± 0.013
D-1	0.307 ± 0.013	0.335 ± 0.017	0.302 ± 0.019
D-3	0.382 ± 0.020	0.396 ± 0.017	0.374 ± 0.016
D-4	0.235 ± 0.012	0.237 ± 0.020	0.220 ± 0.013
D-5	0.148 ± 0.016	0.180 ± 0.023	0.136 ± 0.013
D-6	0.157 ± 0.006	0.137 ± 0.015	0.148 ± 0.009

Tabel 3. Koefisien variasi (CV) 21 karakter morfometrik dari ikan tengadak, *Barbonymus schwanenfeldii* asal Jawa, Kalimantan, dan Sumatera

Table 3. Coefficient of variation (CV) of 21 morphometric characters of tinfoil barb, *Barbonymus schwanenfeldii* from Java, Kalimantan, and Sumatra

No.	Karakter morfometrik Morphometric characters	Koefisien keragaman Coefficient of variation (%)			Signifikansi Significance
		Sumatera (Sumatra)	Jawa (Java)	Kalimantan	
1	A-1	6.62	9.80	5.81	,000 [*]
2	A-2	8.17	6.62	6.54	,001 [*]
3	A-3	3.12	5.30	3.40	,000 [*]
4	A-4	5.13	7.68	5.10	,000 [*]
5	A-5	5.51	7.36	4.90	,265
6	A-6	3.74	5.70	3.79	,000 [*]
7	B-1	3.97	6.55	4.82	,000 [*]
8	B-3	2.24	3.06	3.36	,000 [*]
9	B-4	4.39	5.75	4.64	,000 [*]
10	B-5	6.82	5.86	6.92	,000 [*]
11	B-6	2.61	3.05	3.65	,000 [*]
12	C-1	9.98	10.51	7.03	,000 [*]
13	C-3	5.33	3.68	3.48	,000 [*]
14	C-4	5.00	5.24	3.67	,000 [*]
15	C-5	10.67	10.96	6.19	,000 [*]
16	C-6	4.45	3.36	4.16	,000 [*]
17	D-1	4.12	5.21	6.25	,000 [*]
18	D-3	5.29	4.18	4.29	,000 [*]
19	D-4	5.09	8.43	5.72	,000 [*]
20	D-5	11.09	12.76	9.92	,000 [*]
21	D-6	4.08	11.22	6.18	,000 [*]

Keterangan (Description): * = Berbeda nyata (P<0,05) (Significantly different (P<0.05))



Gambar 3. Penyebaran karakter morfometrik ikan tengadak, *Barbonymus schwanenfeldii* asal Jawa, Kalimantan, dan Sumatera

Figure 3. Morphometric characters distribution of tinfoil barb, *Barbonymus schwanenfeldii* from Java, Kalimantan, and Sumatra

Menurut Soewardi (2007), sebagian besar variasi fenotipe antar populasi cenderung disebabkan oleh faktor lingkungan dan sangat sedikit dipengaruhi faktor genetik. Selain itu, aspek biologi dan fisiologi ikan, efek maternal, pola makan, kompensasi pertumbuhan dan pemeliharaan bersama (*communal stocking*) juga dapat memengaruhi tingkat keragaman fenotipe populasi.

Nilai persentase *sharing component* intra-populasi ikan tengadak ditampilkan pada Tabel 4. Nilai *sharing* intra-populasi tertinggi diperoleh dari populasi Sumatera dan Jawa sebesar 100%, sedangkan Kalimantan dengan nilai 96,7%. Menurut Setijaningsih *et al.* (2007), tinggi rendahnya nilai indeks kesamaan dipengaruhi oleh sumber genetik pembentuknya, sehingga kuat dugaan bahwa perbedaan ikan tengadak inter-populasi murni berasal dari sumber genetik yang berbeda. Hubungan kekerabatan memberikan gambaran terhadap kemungkinan adanya perkawinan silang. Terkait dengan usaha domestikasi, salah satu aspek yang perlu diperhatikan dan berperan penting dalam program domestikasi adalah penyediaan induk yang berkualitas.

Keragaman Genotipe Ikan Tengadak

Amplifikasi DNA yang menggunakan tiga primer (OPA-08, OPA-09, dan OPC-02) pada ikan tengadak asal Sumatera, Jawa, dan Kalimantan memperlihatkan DNA teramplifikasi pada setiap lokus dan bervariasi. Keragaman profil RAPD (Tabel 5) menunjukkan jumlah fragmen DNA produk PCR pada ketiga populasi berkisar 8-18 dengan kisaran ukuran 180-3.000 bp. Jumlah dan ukuran fragmen terbanyak diperoleh pada populasi ikan tengadak asal Sumatera.

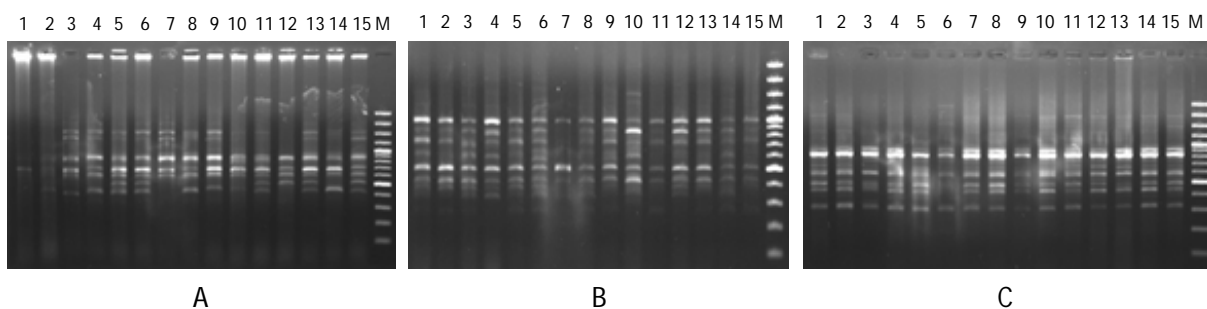
Persentase polimorfisme dan heterozigositas pada ketiga populasi ikan tengadak (Tabel 6) memperlihatkan bahwa populasi Kalimantan memiliki persentase polimorfisme dan heterozigositas lebih tinggi dibandingkan dua populasi lainnya.

Persentase polimorfisme ditentukan oleh jumlah fragmen DNA yang teramplifikasi. Perbedaan polimorfisme pita DNA yang dihasilkan tergantung pada situs penempelan primer dan dapat digunakan untuk memberikan gambaran mengenai tingkat keragaman genetik suatu populasi (Gustiano *et al.*, 2013). Heterozigositas menunjukkan potensi

Tabel 4. Nilai persentase *sharing component* ikan tengadak populasi Sumatera, Jawa, dan Kalimantan

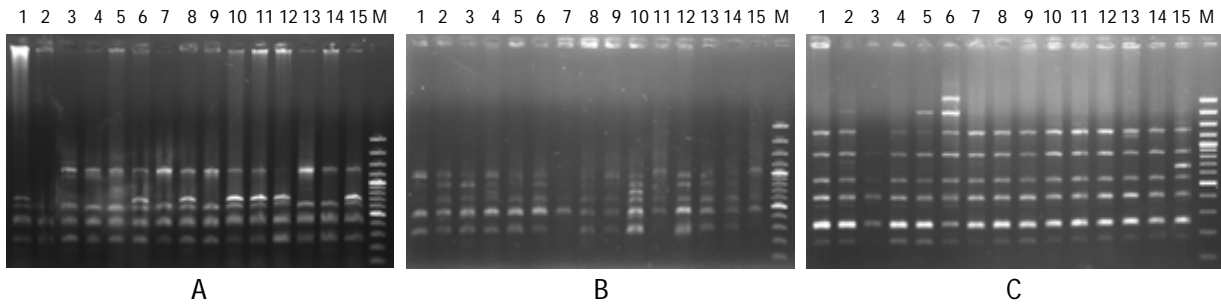
Table 4. The percentage value of *sharing component* of tinfoil barb from Sumatra, Java, and Kalimantan

Populasi (Populations)	Sumatera (Sumatra)	Jawa (Java)	Kalimantan	Jumlah (Total)
Sumatera (Sumatra)	100	0	0	100
Jawa (Java)	0	100	0	100
Kalimantan (Kalimantan)	3.3	0	96.7	100



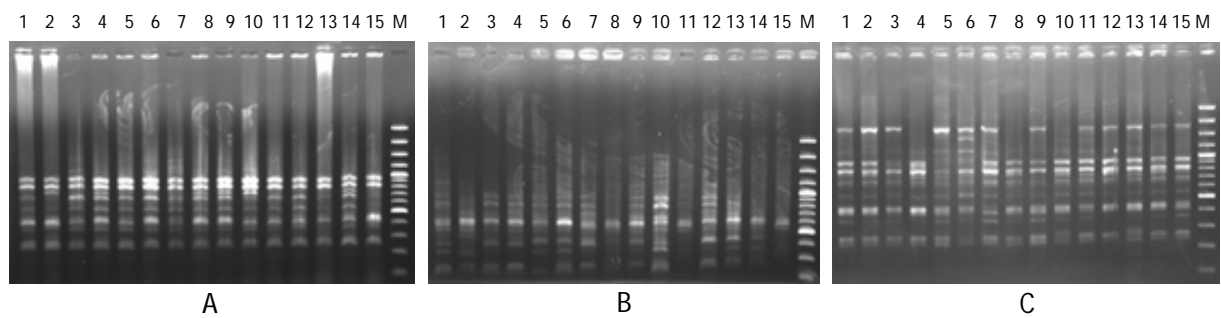
Gambar 4. Hasil amplifikasi DNA ikan tengadak Kalimantan (A), Sumatera (B), dan Jawa Barat (C) dengan PCR-RAPD menggunakan primer OPA-09 (Keterangan: nomor (1-15)= sampel ikan, M= marker DNA)

Figure 4. DNA amplification result of tinfoil barb from Kalimantan, Sumatra, and West Java by PCR-RAPD using OPA-09 primer (Description: number (1-15)= samples, M= DNA marker)



Gambar 5. Hasil amplifikasi DNA ikan tengadak Kalimantan (A), Sumatera (B), dan Jawa Barat (C) dengan PCR-RAPD menggunakan primer OPA-08 (Keterangan: nomor (1-15) = sampel ikan, M = marker DNA)

Figure 5. DNA amplification result of tinfoil barb from Kalimantan, Sumatra, and West Java by PCR-RAPD using OPA-08 primer (Description: number (1-15) = samples, M = DNA marker)



Gambar 6. Hasil amplifikasi DNA ikan tengadak Kalimantan (A), Sumatera (B), dan Jawa Barat (C) dengan PCR-RAPD menggunakan primer OPC-02 (Keterangan: nomor (1-15) = sample ikan, M= marker DNA)

Figure 6. DNA amplification result of tinfoil barb from Kalimantan, Sumatra, and West Java by PCR-RAPD using OPC-02 primer (Description: number (1-15)= samples, M= DNA marker)

Tabel 5. Jumlah dan ukuran fragmen DNA produk PCR-RAPD menggunakan primer OPA-08, OPA-09, dan OPC-02 dengan templat dari ikan tengadak asal Sumatera, Jawa, dan Kalimantan

Table 5. Number and size of the DNA fragments of PCR-RAPD amplification product using OPA-08, OPA-09, and OPC-02 with template of tinfoil barb from Sumatra, Java, and Kalimantan

Populasi Populations	Jumlah fragmen Number of fragments	Kisaran ukuran fragmen Fragment size range (bp)
Sumatera (Sumatra)	8-18	250-1,800
Jawa (Java)	11-16	180-3,000
Kalimantan	11-15	200-2,000

kemampuan adaptasi terhadap lingkungannya, karena semakin tinggi heterozigositas maka semakin banyak gen yang terlibat dalam menyumbangkan tingkat kebugaran suatu populasi (Tave, 1993).

Uji perbandingan berpasangan Fst (Tabel 7) menunjukkan perbedaan keragaman genetik yang

nyata antara ketiga populasi ikan tengadak dari Sumatera, Jawa, dan Kalimantan ($P > 0,05$). Untuk jarak genetik masing-masing populasi (Tabel 8), populasi Jawa dan Sumatera memiliki nilai terdekat, sedangkan nilai terjauh adalah antara populasi Jawa dan Kalimantan (Gambar 7).

Tabel 6. Persentase polimorfisme dan heterozigositas ikan tengadak asal Sumatera, Jawa, dan Kalimantan

Table 6. Percentage of polymorphism and heterozygosity of tinfoil barb from Sumatera, Java, and Kalimantan

Populasi <i>Populations</i>	Polimorfisme <i>Polymorphism (%)</i>	Heterozigositas <i>Heterozygosity</i>
Sumatera (<i>Sumatra</i>)	35.29	0.175
Jawa (<i>Java</i>)	44.12	0.171
Kalimantan	50.00	0.206

Tabel 7. Uji perbandingan berpasangan Fst pada ikan tengadak asal Sumatera, Jawa, dan Kalimantan

Table 7. Fst pairwise comparison of tinfoil barb from Sumatera, Java, and Kalimantan

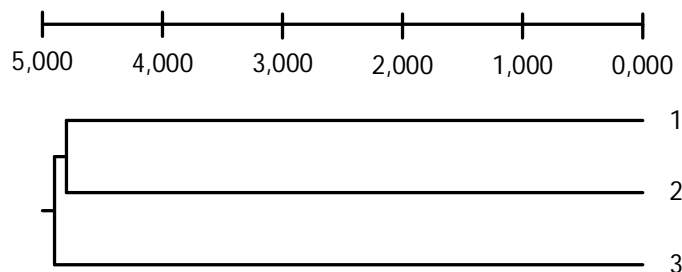
Populasi <i>Populations</i>	Sumatera <i>Sumatra</i>	Jawa <i>Java</i>	Kalimantan
Sumatera (<i>Sumatra</i>)	*****		
Jawa (<i>Java</i>)	0.0000*	*****	
Kalimantan	0.0000*	0.0000*	*****

Keterangan (*Description*): * = Berbeda nyata ($P > 0,05$)
Significantly different ($P < 0.05$)

Tabel 8. Jarak genetik ikan tengadak asal Sumatera, Jawa, dan Kalimantan

Table 8. The genetic distance of tinfoil barb from Sumatera, Java, and Kalimantan

Populasi <i>Populations</i>	Sumatera <i>Sumatra</i>	Jawa <i>Java</i>	Kalimantan
Sumatera (<i>Sumatra</i>)	*****		
Jawa (<i>Java</i>)	0.4755	*****	
Kalimantan	0.4758	0.4929	*****



Gambar 7. Dendrogram hubungan kekerabatan ikan tengadak berdasarkan keragaman OPA-08, OPA-09, dan OPC-02 (1 = Jawa, 2 = Sumatera, 3 = Kalimantan)

Figure 7. Genetic relationship dendrogram of tinfoil barb based on OPA-08, OPA-09, and OPC-02 (1 = Java, 2 = Sumatera, 3 = Kalimantan)

Ragam genetik merupakan parameter kunci kebugaran populasi yang menjamin keberlanjutannya dan kemampuan merespons secara pasif seleksi alam ataupun buatan (Lorenzen *et al.*, 2012). Populasi Jawa dan Sumatera memiliki jarak genetik terdekat (0,4755); sedangkan populasi Kalimantan dan Jawa memiliki jarak genetik terjauh (0,4929). Menurut Tave (1993), perbedaan keragaman genetik dapat meningkatkan jarak genetik antar populasi. Populasi Kalimantan dan Jawa berpotensi untuk dikembangkan secara budidaya berkelanjutan. Perkawinan secara *outbreeding* antara populasi Jawa dan Kalimantan dapat meningkatkan ragam genetik. Peningkatan ragam genetik berdampak pada peningkatan kemampuan adaptasi dan performa produksi (Wedemeyer, 2001).

KESIMPULAN

Hasil analisis PCR-RAPD dan *truss*-morfometrik ikan tengadak dari ketiga populasi (Jawa, Sumatera, dan Kalimantan) tidak memiliki kesamaan karakter ($P < 0,05$) dan secara kekerabatan menunjukkan ikan tengadak populasi Kalimantan lebih jauh dengan ikan tengadak populasi Jawa dan Sumatera. Ikan tengadak populasi Kalimantan potensial sebagai sumber genetik donor untuk pengembangan budidaya ikan tengadak yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Saudara Sri Sundari dan Sudarmaji yang telah membantu terlaksananya penelitian ini. Penelitian ini dibiayai Anggaran DIPA tahun anggaran 2015.

DAFTAR ACUAN

- Asih, S., Nugroho, E., Kristanto, A.H., & Mulyasari. (2008). Penentuan variasi genetik ikan batak (*Torosoro*) dari Sumatera Utara dan Jawa Barat dengan metode analisis *Random Amplified Polymorphism DNA* (RAPD). *J. Ris. Akuakultur*, 3(1), 91-97.
- Brzeski, V.J., & Doyle, R.W. (1988). A morphometric criterion for sex discrimination in tilapia. *In* Pullin, R.S.V., Bhukaswan, T., Tonguthai, K., & Maclan, J.L. (Eds), *The second ISTAICLARM Conference Proceeding 15* (p. 439-444). Department of Fisheries, Thailand. Bangkok.
- Dunham, R.A. (2004). *Aquaculture and fisheries biotechnology: genetic approach*. CABI Publishing, Cambridge. USA, 372 pp.
- Falconer, F.S., & Mackay, T.F.C. (1996). *Introduction to quantitative genetics*. Longman. England.
- Gjedrem, T. (2005). *Selection and breeding program in aquaculture*. Akvaforsk, As. Norway.
- Gustiano, R., Oktaviani, T., Soelistyowati, D.T., Kusmini, I., Wahyutomo, & Huwoyon, G.H. (2013). Analisa ragam genotipe RAPD dan fenotipe *truss* morphometric pada tiga populasi ikan gabus (*Channa striata*). *Berita Biologi*, 12(3), 325-333.
- Iskandariah, Soelistyowati, D.T., Gustiano, R., Kusmini, I.I., Huwoyon, G.H. (2015). Ragam genetik tiga populasi sepat siam asal Kalimantan menggunakan analisis RAPD dan pengukuran morfometrik *truss*. *Berita Biologi*, 14(1), 57-68.
- Kottelat, M., & Whitten, A.J. (1996). *Freshwater biodiversity in Asia with special reference to fish*. World Bank. Washington D.C.
- Kusmini, I.I., Mulyasari., Widiyati, A., & Nugroho, E. (2009). Karakter Genetik Ikan tengadak (*Barbodes* sp.), ikan tawes albino (*Barbodes* sp.) dan ikan tawes (*Barbodes gonionotus*). *Prosiding Seminar Nasional Tahunan VI Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2009, Budidaya Perikanan*. Jilid I. Universitas Gadjah Mada. Jogjakarta.
- Lorenzen, K., Beveridge, M.C.M., & Mangel, M. (2012). *Cultured fish: integrative biology and management of domestication and interactions with wild fish*. *Biology Review*, 87, 639-660.
- Miller, M.P. (1997). *Tools for population genetic analysis (TFPGA) version 1.3*. Department of Biological Science. Northern Arizona University, Arizona. USA.
- Mulyasari. (2009). *Karakteristik fenotipe morfometrik dan keragaman genotipe RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) ikan nilem (Osteochilus hasselti) di Jawa Barat*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nugroho, E., Takagi, M., & Taniguchi, N. (1997). *Practical manual on detection of DNA polymorphism in fish population study*. Kochi University. *Bulletin of Marine Sciences and Fisheries*, 17, 109-129.
- Radona, D., Soelistyowati, D.T., Gustiano, R., Carman, O., Kusmini, I., & Sundari, R. (2016). Ragam genotipe ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) persilangan populasi Jawa dan Kalimantan berdasarkan RAPD. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(2), 99-105.
- Rochman, A., Wahyutomo, Ermayani, A., Riva'i, Darsono, Suryaman, & Helmiansyah. (2008). Domestikasi ikan kelabau (*Osteochilus melanopleura* Blkr) dalam karamba apung yang dipelihara di perairan umum. *Seminar Indoaqua*. Yogyakarta, 17-20 Desember 2008.
- Setijaningsih, L., Arifin, O.Z., & Gustiano, R. (2007). Karakterisasi tiga strain ikan gurame (*Osphronemus*

- gouramy* Lac.) berdasarkan metode *truss* morfometrik. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 7(1), 23-30.
- Soewardi, K. (2007). Pengelolaan keragaman genetik sumberdaya perikanan dan kelautan. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Institut Pertanian Bogor. Bogor, 153 hlm.
- Sukadi, M.F., Kristanto, A.H., Nugroho, E., Komarudin, O., Widiyati, A., Gustiano, R., Djajasewaka, H., & Kusmini, I.I. (2009). Kandidat komoditas ikan lokal air tawar potensial untuk pengembangan budidayanya di Kalimantan Selatan. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, hlm. 365-373.
- Tave, D. (1993). Genetic for fish hatchery managers. Kluwer Academic Publishers. Netherland.
- Wedemeyer, G. (2001). Fish hatchery management. Second edition. American Fisheries Society, Bethesda. Maryland, 751 pp.