

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

KARAKTER GENOTIPE TIGA POPULASI IKAN RAINBOW AJAMARU (*Melanotaenia ajamaruensis*) DARI ALAM DAN BUDIDAYA MENGGUNAKAN RAPD

Erma Primanita Hayuningtyas[#], Shofihar Sinansari, Melta Rini Fahmi, Eni Kusriani, dan Bastiar Nur

Balai Riset Budidaya Ikan Hias
Jl. Perikanan No. 13, Pancoran Mas, Depok 16364

(Naskah diterima: 25 Mei 2018; Revisi final: 17 Juli 2018; Disetujui publikasi: 18 Juli 2018)

ABSTRAK

Ikan rainbow Ajamaru (*Melanotaenia ajamaruensis*) yang dinyatakan punah pada tahun 1996 merupakan ikan endemik dari Danau Ajamaru, Papua. Namun ikan ini berhasil ditemukan kembali pada tahun 2007 di Sungai Kaliwensi, Sorong, Papua. Domestikasi ex-situ ikan rainbow Ajamaru sedang dilakukan di Balai Riset Budidaya ikan Hias, Depok-Jawa Barat. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi perbedaan genotipe ikan rainbow Ajamaru di alam dan budidaya melalui analisis keragaman genetik untuk melihat adanya perubahan genetik, migrasi maupun mutasi gen. Metode yang digunakan adalah *Randomly Amplified Polymorphic DNA* (RAPD) dengan 3 jenis primer (OPA 03, OPB 6, dan OPZ 5). Setiap populasi baik, dari alam (Papua) maupun budidaya (Depok dan Papua) masing-masing diambil secara acak sebanyak 10 sampel ikan uji. Hasil penelitian menunjukkan nilai keragaman genetik pada ikan di alam lebih rendah (62,5%) dibanding ikan budidaya di Papua (70,31%) dan tertinggi pada ikan budidaya di Depok (73,43%). Heterozigositas pada ikan di alam lebih rendah (0,172) dibanding ikan budidaya di Papua (0,241) dan di Depok (0,270). Jarak genetik terjauh ditunjukkan antara populasi ikan alam dan populasi ikan budidaya Papua, sedangkan jarak genetik terdekat antara populasi ikan budidaya di Papua dengan di Depok. Karakter genotipe yang dihasilkan pada tiga populasi ikan rainbow Ajamaru adalah memiliki corak DNA yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Perbedaan yang dihasilkan dari karakter genotipe karena respon genotip dari tiap individu dan daya adaptasi ikan berbeda-beda pada habitat yang berbeda.

KATA KUNCI: ikan rainbow; *Melanotaenia*; genetic; RAPD

ABSTRACT: *Genotype characterization of three populations of Ajamaru rainbow fish using RAPD. By: Erma Primanita Hayuningtyas, Shofihar Sinansari, Melta Rini Fahmi, Eni Kusriani, and Bastiar Nur*

Ajamaru rainbow, an endemic fish from Lake Ajamaru, Papua, once declared extinct in 1996. However, it was rediscovered in 2007, in Kaliwensi River, Sorong, Papua. Currently, the Ajamaru rainbow fish is being domesticated ex-situ at the Research Center for Ornamental Fish Culture, Depok, West Java. The aim of the research was to determine the genotype characteristics of wild and cultured Ajamaru rainbow including genetic change, drift, migration, and mutation using genetic variance analysis. The genetic analysis applied was Randomly Amplified Polymorphic DNA (RAPD) using OPA-03, OPB-6, and OPZ-5 primers. Ten samples were used for each population. The results showed that the three populations of Ajamaru rainbow fish have significantly different ($P < 0.05$) of DNA polymorphism. The lowest value of genetic variance was found in the wild fish (62.5%) followed by the cultured fish located in Papua (70.31%), and the highest was observed in the cultured fish located in Depok (73.43%). Heterozygosity of the wild fish was lower (0.172) than that of the cultured fish in Papua (0.241) and in Depok (0.270). The high genetic distance was found between the wild and cultured fish from Papua. The closest relationship was between the fish culture in Papua and Depok. The genotype character produced in the three Ajamaru rainbow fish populations was have significantly different ($P < 0.05$) of DNA polymorphism. The differences that result form genotype characters because of the genotypic response of each individual and the adaptability of fish vary in different habitats.

KEYWORDS: rainbow fish; *Melanotaenia*; genetic; RAPD

[#] Korespondensi: Balai Riset Budidaya Ikan Hias, Depok.
Jl. Perikanan No. 13, Pancoran Mas, Depok 16364, Indonesia.
Tel. + 62 21 7520482
E-mail: erma_primanita@yahoo.com

PENDAHULUAN

Ikan rainbow Ajamaru (*Melanotaenia ajamaruensis* Allen & Cross 1980) merupakan salah satu dari 131 spesies ikan rainbow yang tersebar di Papua, New Guinea, dan Australia (Tappin, 2016). Jenis Ikan rainbow ini, termasuk spesies endemik Papua yang dinyatakan punah sejak tahun 1996 berdasarkan status IUCN periode 1996-2010. Pada tahun 2007, ikan ini ditemukan kembali di Sungai Kaliwensi, Sorong, Papua (Kadarusman *et al.*, 2010) sehingga merubah statusnya menjadi kekurangan data (*data deficient*) (IUCN, 2017).

Pemijahan ikan rainbow Ajamaru sedang dilakukan di Balai Riset Budidaya Ikan Hias Depok agar ikan rainbow Ajamaru bisa dibudidayakan di luar habitat aslinya. Koleksi tahun 2007 telah menghasilkan empat generasi, namun pemijahannya masih dilakukan secara massal hasil koleksi tahun 2017 telah menghasilkan dua generasi. Upaya pemijahan di luar habitat, merupakan proses domestikasi mengembangbiakan ikan liar pada lingkungan yang terkontrol, baik pakan maupun habitatnya budidaya (Effendi, 2004). Karakter genotipe ikan liar yang ditangkap di alam berbeda dengan ikan hasil budidaya, sehingga dibutuhkan karakterisasi untuk melihat variasi genetik yang diperoleh dari populasi alam dan populasi hasil budidaya. Karakter genotipe dari suatu populasi secara kuantitatif dikendalikan oleh banyak gen atau poligenik. Variasi genetik merupakan salah satu sifat kuantitatif bisa dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Ikan liar dari alam yang didomestikasikan ke lingkungan budidaya akan mengalami perubahan genetik yang terekspresi melalui sifat kuantitatifnya (Ambarwati, 2016).

Randomly Amplified Polymorphic DNA (RAPD) sudah banyak dilakukan pada beberapa generasi ikan hias laut clown (Sembiring *et al.*, 2010), beberapa populasi ikan beronang (Lante *et al.*, 2012), beberapa populasi ikan gabus (Kusmini *et al.*, 2015), beberapa generasi ikan hias rainbow Kurumoi (Hayuningtyas *et al.*, 2016), beberapa populasi ikan tambakan (Kristanto *et al.*, 2017). Analisis RAPD yang dilakukan pada beberapa spesies ikan ditujukan untuk melihat keragaman genetik baik intra-maupun inter-populasi melalui tingkat polimorfismenya. Analisis RAPD yang dilakukan terhadap tiga generasi ikan rainbow Ajamaru diharapkan dapat memperoleh jarak genetik yang menghubungkan ketiganya sehingga dapat dilihat *genetic drift* yang dihasilkan atau terjadi perubahan frekuensi alel. Penelitian ini bertujuan melihat variasi genetik ikan rainbow Ajamaru yang diperoleh dari alam dan hasil budidaya.

BAHAN DAN METODE

Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan merupakan ikan rainbow Ajamaru dari alam (RA Papua) dan hasil budidaya di Papua (RB Papua) dan di Depok (RB Depok). Ikan rainbow Ajamaru alam (RA Papua) adalah ikan liar yang ditangkap dari Sungai Kaliwensi, Kabupaten Soroang Selatan, Papua Barat tahun 2017. Ikan rainbow hasil budidaya memiliki sumber induk dari alam sama seperti hasil ekspedisi ke-2 pada tahun 2017. Terdapat dua populasi budidaya, populasi budidaya yang pertama RB Papua yaitu ikan rainbow Ajamaru generasi pertama yang berhasil dibudidayakan di Politeknik Kelautan dan Perikanan Sorong, merupakan F-1; keturunan pertama dari alam Sungai Kaliwensi, Sorong Selatan, Papua Barat. Populasi budidaya yang kedua RB Depok adalah ikan rainbow Ajamaru generasi pertama yang berhasil dibudidayakan di BRBIH, Depok, Jawa Barat, merupakan F-2; keturunan dari ikan F-1 hasil budidaya di Politeknik Kelautan dan Perikanan Sorong, Papua. Setiap populasi masing-masing sebanyak 10 individu diambil sampel jaringan berupa daging atau sirip ekor secara acak.

Ekstraksi DNA

Sampel daging atau sirip ekor ikan diekstraksi DNA menggunakan prosedur *gSYNC DNA Extraction Kit Quick Protocol* (Genaid, Taiwan). Sirip ikan rainbow Ajamaru sebanyak 10-25 mg dihancurkan, dilakukan tahapan penghancuran, pemisahan DNA dari kontaminan seperti protein dan selulosa, serta tahap pencucian atau pemurnian DNA dan pengenceran sesuai dengan yang ada dalam instruksi kerja kit.

Amplifikasi PCR (*Polymerase Chain Reaction*) dengan Metode RAPD

Pada tahap awal, ada 18 jenis primer RAPD yang diuji (Tabel 1). PCR dilakukan menggunakan *thermocycler gradient* (AB) agar suhu *annealing* bisa diatur sesuai dengan *temperature melting* (TM) dari masing-masing primer. Program PCR terdiri atas denaturasi awal pada suhu 94°C selama dua menit, 35 siklus terdiri atas denaturasi 94°C selama satu menit, *annealing* sesuai TM primer selama satu menit, dan *extension* 72°C selama dua menit, dan diakhiri dengan satu siklus *extension* pada 72°C selama tujuh menit. Komposisi pereaksi terdiri atas 12,5 µL *Dream Taq Master Mix 2x* (Thermo Scientific, USA), 1 µL primer RAPD, 3 µL DNA, dan ditambah *nuclease free water* sampai total volume 25 µL.

Elektroforesis dan Visualisasi

Produk PCR yang dihasilkan selanjutnya masing-masing dimasukkan ke dalam sumur gel (*well*) sebanyak

Tabel 1. Jenis primer, urutan basa, panjang nucleotida, % G + C, dan *temperature melting* yang digunakan saat seleksi primer RAPD ikan rainbow Ajamaru
 Table 1. *Primer type, base pair, nucleotide length, G + C %, temperature melting used in primer screening of RAPD Ajamaru rainbow fish*

Jenis primer <i>Primer type</i>	Urutan basa (5' – 3') <i>Base pair (5' – 3')</i>	Panjang nukleotida <i>Nucleotide length</i>	G + C (%)	Suhu didih <i>Temperature melting</i>
OPA-01	CAGGCCCTTC	10-mer	70	36.4
OPA-03	AGTCAGCCAC	10-mer	60	34.3
OPA-07	GAAACGGGTG	10-mer	60	33.2
OPA-08	GTGACGTAGG	10-mer	60	31.1
OPA-09	GGGTAACGCC	10-mer	70	37.4
OPA-14	TCTGTGCTGG	10-mer	60	34.3
OPA-18	AGGTGACCGT	10-mer	60	36,2
OPB-01	GTTTCGCTCC	10-mer	60	33,4
OPB-04	GGA CTGGAGT	10-mer	60	32,2
OPB-06	TGCTCTGCC	10-mer	70	39,8
OPB-07	GGTGACGCAG	10-mer	70	38,1
OPB-08	GTCCACACGG	10-mer	70	37,3
OPB-10	CTGCTGGGAC	10-mer	70	36,2
OPB-11	GTAGACCCGT	10-mer	60	32,6
OPC-05	GATGACCGCC	10-mer	70	37,6
OPZ-05	GGCTGCGACA	10-mer	70	41,2
OPZ-10	CAAACGTGGG	10-mer	60	33,7
OPZ-13	GGGTCTCGGT	10-mer	70	38,0

6 µL (sudah mengandung *dye*) pada gel agarose 1,5% yang mengandung pewarna gel 0,01% (PeqGreen). Elektroforesis dilakukan bersama marker 100 bp Plus (Vivantis) pada voltase 100 volt selama 60 menit pada media 1x TBE (Tris Borate EDTA) menggunakan PowerPac Basic (Bio-Rad). Selanjutnya visualisasi DNA dilakukan menggunakan Gel documentation - UV transiluminator Alphalmager (Protein Simple).

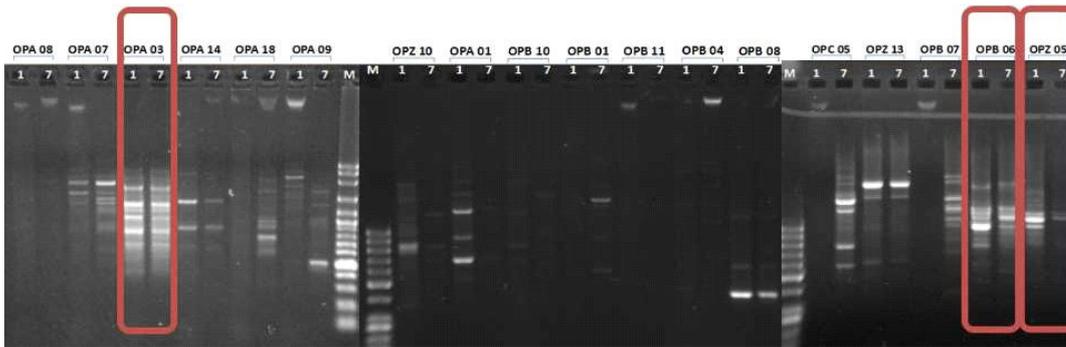
Analisis Data

Setelah diperoleh hasil elektroforesis dilakukan *scoring* kemunculan fragmen DNA tergantung dari berat molekul yang dihasilkan. Berat molekul produk amplifikasi diprediksi dengan bantuan *software* AlphaView SA. Selanjutnya setiap kemunculan fragmen diubah ke data biner yaitu angka-1 untuk fragmen yang muncul, dan angka-2 untuk fragmen yang tidak muncul. Hasil dari data biner tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan *software* TFGA (*Tools for Population Genetic Analyses*), sehingga dihasilkan nilai derajat polimorfisme, heterozigositas dan jarak genetik, serta pembuatan dendrogram berdasarkan UPGMA (*Unweighted Pair Group Arithmetic Average*) (Miller, 1997).

HASIL DAN BAHASAN

Screening 18 primer RAPD memperoleh hasil seperti tersaji pada Gambar 1. Hasil menunjukkan bahwa terdapat tiga primer yang muncul secara *polymorphic* dan konsisten. Tiga primer yang digunakan adalah OPA-03, OPB-06, OPZ-05. Selanjutnya ketiga primer tersebut digunakan untuk menganalisis populasi ikan rainbow RA Papua, RB Papua, dan RB Depok.

Setiap primer memiliki profil fragmen yang berbeda karena memiliki daerah penempelan yang berbeda pada tiap populasi maupun individu. Pada primer OPA-3 profil fragmen yang dihasilkan ditampilkan pada Gambar 2. Pada populasi alam yaitu RA Papua fragmen yang muncul cukup berbeda dibandingkan populasi budidaya RB Papua dan RB Depok. Fragmen yang muncul pada RA Papua berukuran 2.500-700 bp, sementara pada RB Papua dan RB Depok adalah ukuran 1.800-300 bp. Terdapat selisih kemunculan fragmen di awal (2.500-1.800 bp) dan di akhir (700-300 bp), sehingga menghasilkan profil yang berbeda antara ikan rainbow Ajamaru yang dipelihara di alam dengan yang dipelihara secara budidaya. Selain perbedaan kemunculan fragmen ada pula fragmen yang muncul secara dominan di ketiga



Gambar 1. Hasil *screening* menggunakan 18 jenis primer RAPD (Keterangan: Produk PCR hasil *screening* diberi tanda kotak).

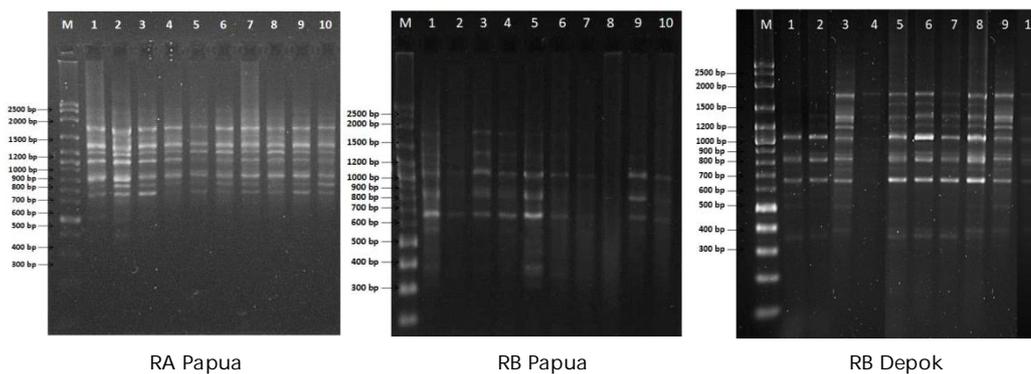
Figure 1. *Screening result using 18 RAPD primers (Note: The screened PCR product is boxed).*

populasi, yaitu pada ukuran 1.300, 1.000, 850, dan 700 bp.

Profil fragmen hasil amplifikasi menggunakan primer OPB-6 ditampilkan pada Gambar 3. Pada populasi alam ukuran fragmen yang muncul masih berbeda dibandingkan populasi budidaya. Ukuran fragmen RA Papua 1.900-400 bp, sedangkan pada populasi RB Papua 2.300-400 bp dan RB Depok 3.000-400 bp. Antara populasi budidaya terdapat perbedaan kemunculan fragmen 3.000 bp muncul pada RB Depok sementara pada populasi lainnya tidak muncul, sedangkan antara populasi alam dan populasi budidaya terdapat selisih kemunculan fragmen pada ukuran besar yaitu 3.000-1.900 bp. Selain perbedaan terdapat juga fragmen yang muncul dominan yaitu pada ukuran 950, 800, 750, 600, dan 400 bp.

Profil fragmen hasil amplifikasi menggunakan primer OPZ-5 ditampilkan pada Gambar 4. Kemunculan fragmen yang dihasilkan dengan menggunakan primer OPZ-5 cenderung lebih jarang dibandingkan penggunaan primer lainnya. Fragmen dominan yang muncul dengan menggunakan primer OPZ-5 adalah 1.400, 1.200, 1.000, 900, dan 400 bp. Ukuran yang dihasilkan pada populasi alam RA Papua adalah 2.200-400 bp sedangkan pada populasi budidaya RB Papua adalah 2.300-300 bp, dan RB Depok adalah 2.400-300 bp. Jumlah fragmen yang dihasilkan dan ukuran fragmen yang dihasilkan secara rinci ditampilkan pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 selain menampilkan ukuran fragmen juga menampilkan jumlah fragmen. Jumlah fragmen dengan rentang terluas adalah pada primer OPB-6 (1-13 fragmen), sedangkan yang memiliki rentang



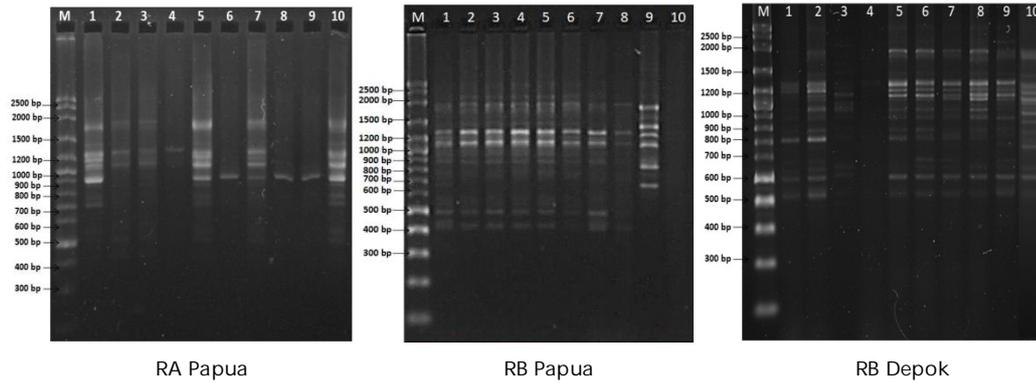
RA Papua

RB Papua

RB Depok

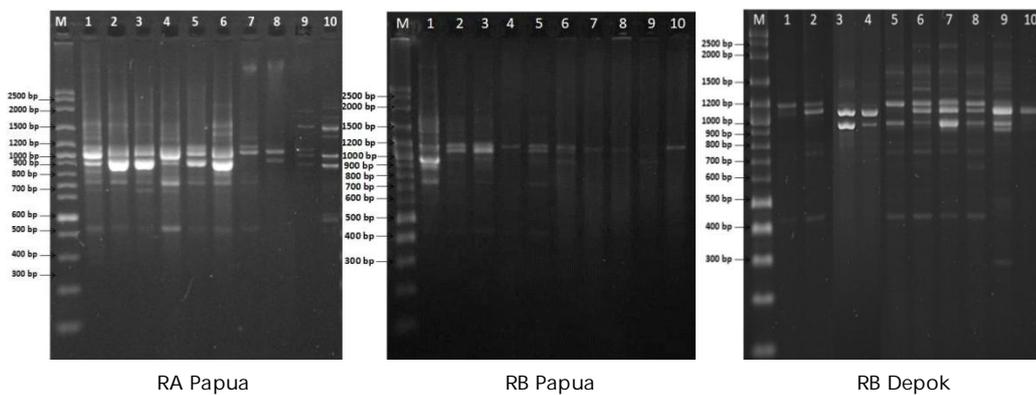
Gambar 2. Profil fragmen RAPD hasil amplifikasi DNA dari tiga populasi ikan rainbow Ajamaru menggunakan primer OPA-03 (Keterangan: RA Papua= populasi alam; RB Papua= populasi budidaya di Papua; RB Depok= populasi budidaya di Depok).

Figure 2. *Profile of RAPD fragments of DNA amplification result in three generations of Ajamaru rainbow fish using primer OPA-03 (Note: RA Papua= wild population; RB Papua= culture in Papua population; RB Depok= culture in Depok population).*



Gambar 3. Profil fragmen RAPD hasil amplifikasi DNA dari tiga populasi ikan rainbow Ajamaru menggunakan primer OPB-06 (Keterangan: RA Papua= populasi alam; RB Papua= populasi budidaya di Papua; RB Depok= populasi budidaya di Depok).

Figure 3. Profile of RAPD fragments of DNA amplification result in three generations of Ajamaru rainbow fish using primer OPB-06. (Note: RA Papua = wild population; RB Papua = culture in Papua population; RB Depok = culture in Depok population).



Gambar 4. Profil fragmen RAPD hasil amplifikasi DNA dari tiga populasi ikan rainbow Ajamaru menggunakan primer OPZ-05 (Keterangan: RA Papua= populasi alam; RB Papua= populasi budidaya di Papua; RB Depok= populasi budidaya di Depok).

Figure 4. Profile of RAPD fragments of DNA amplification result in three generations of Ajamaru rainbow fish using primer OPZ-05 (Note: RA Papua = wild population; RB Papua = culture in Papua population; RB Depok = culture in Depok population).

terendah adalah primer OPZ-5 (1-10 fragmen). Dengan demikian, variasi kemunculan fragmen yang paling tinggi ada pada primer OPA-3, sedangkan variasi kemunculan fragmen yang paling rendah adalah pada OPZ-5.

Tabel 3 menampilkan variasi keragaman genetik berdasarkan derajat polimorfisme dan heterozigositas. Berdasarkan hasil keragaman genetik menggunakan program TFPGA diperoleh nilai polimorfisme tertinggi adalah 73,43% dan nilai heterozigositas sebesar 0,270 pada populasi RB Depok yang merupakan ikan rainbow Ajamaru yang

dibudidayakan di Depok. Populasi dengan keragaman genetik terendah adalah RA Papua yang merupakan populasi ikan rainbow Ajamaru dari alam yaitu polimorfisme 62,5% dan heterozigositas 0,172. Sementara ikan budidaya RB Papua juga memiliki nilai keragaman genetik yang lebih tinggi dibandingkan ikan rainbow Ajamaru dari alam yaitu polimorfisme 70,31% dan heterozigositas 0,241. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak terjadi *inbreeding* dalam proses domestikasi dari ikan alam ke ikan budidaya. Keragaman genetik yang tinggi terjadi pada ikan rainbow Ajamaru hasil budidaya dikarenakan proses adaptasikan dari alam ke media budidaya yang baru.

Tabel 2. Jumlah dan ukuran fragmen per primer pada populasi ikan rainbow Ajamaru
 Table 2. Number and length fragment per primer of Ajamaru rainbow fish populations

	Primer/parameter Primer/parameters	Populasi (Population)			Antar populasi Between population
		RA Papua	RB Papua	RB Depok	
OPA 3	Jumlah fragmen (Fragment count)	7-11	3-7	5-13	3-13
	Ukuran fragmen (Fragment length)	700-2,500	300-2,000	300-1,800	300-2,500
OPB 6	Jumlah fragmen (Fragment count)	1-11	4-13	1-12	1-13
	Ukuran fragmen (Fragment length)	400-1,900	400-2,300	400-3,000	400-3,000
OPZ 5	Jumlah fragmen (Fragment count)	1-9	1-9	3-10	1-10
	Ukuran fragmen (Fragment length)	400-2,200	300-2,400	400-2,400	300-2,400
Total jumlah fragmen (Total fragment count)		1-11	1-13	1-12	1-13

Tabel 3. Jumlah sampel, derajat polimorfisme, heterozigositas, jumlah lokus dari tiga populasi ikan rainbow Ajamaru.

Table 3. Number of sample, degree of polymorphism, heterozygosity, and locus number of three populations of Ajamaru's rainbow fish

Parameter (Parameters)	Populasi (Population)			Total/antar generasi Total/between generation
	RA Papua	RB Papua	RB Depok	
Jumlah sampel (ekor) / Sampel count (ind.)	10			30
Polimorfisme (Polymorphism) (%)	62.5	70.31	73.43	86.06
Heterozigositas (Heterozygosity)	0.172	0.241	0.27	0.274
Lokus berdasarkan primer (Locus by primer)	OPA 3	OPB 6	OPZ 5	Total lokus (Total locus)
Jumlah lokus (Locus count)	23	23	18	64

Hal ini diperkuat dengan hasil keragaman genetik antara ikan budidaya yang dipelihara di Papua berbeda nyata dengan yang dipelihara di Depok. Menurut Kusmini *et al.* (2015), nilai polimorfisme dan heterozigositas menunjukkan potensi kemampuan adaptasi terhadap lingkungan, karena semakin tinggi nilai heterozigositas semakin banyak pula gen yang

terlibat dalam menyumbangkan tingkat kebugaran suatu populasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Gardner *et al.* (1991) bahwa faktor yang meningkatkan keragaman genetik yaitu mutasi dan migrasi. Dengan demikian, peningkatan keragaman genetik yang terjadi pada populasi budidaya baik yang di Papua maupun yang di Depok akibat adanya perpindahan tempat

Tabel 4. Hasil uji FST berpasangan terhadap tiga populasi ikan rainbow Ajamaru

Table 4. Result of FST comparison pairs test of three populations of Ajamaru rainbow fish

	RA Papua	RB Papua	RB Depok
RA Papua	*****		
RB Papua	0.0000 ^S	*****	
RB Depok	0.0000 ^S	0.0005 ^S	*****

Keterangan: S = Berbeda nyata pada taraf alpha (P < 0,05)

Note: S = Significantly different on the significance level of (P < 0.05)

budidaya yang tadinya terbatas di sungai yang pola migrasinya rendah (karena hanya sepanjang kurang dari 200 meter) sehingga diduga di alam sudah terjadi *inbreeding*. Sedangkan ikan yang dipelihara secara budidaya, pemijahannya lebih terarah.

Hasil uji FST berpasangan ditampilkan pada Tabel 4. Berdasarkan analisis statistik menggunakan AMOVA menunjukkan bahwa antara ketiga populasi ikan rainbow Ajamaru baik dari alam maupun ikan budidaya secara genotipe berbeda nyata ($P < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa ikan alam yang sudah berhasil didomestikasikan dan dibudidayakan di tempat yang baru diduga terjadi proses ekspresi dari interaksi antara genotipe dengan lingkungan melalui proses adaptasi ikan dengan kemampuan adaptasi yang berbeda menghasilkan keragaman genetik yang berbeda pula. Menurut Ambarwati (2016), lingkungan dapat berpengaruh terhadap ekspresi sifat kuantitatif dan ada banyak gen yang dapat mengendalikan sifat (gen bekerja sendiri-sendiri atau saling berinteraksi). Selain itu, juga untuk mengetahui interaksi antar alel yang berada pada lokus berbeda.

Jarak genetik yang dihasilkan diperoleh dari analisis data TFGA berdasarkan Wright's (1978) modifikasi dari Roger's (1972) pada pengolahan data TFGA dalam Miller (1997). Tabel 5 menampilkan jarak genetik antara ikan dari alam (RA Papua) dengan ikan budidaya di Papua (RB Papua) sebesar 0,3665; yang merupakan hubungan terjauh. Hubungan kekerabatan terdekat adalah antara ikan rainbow Ajamaru hasil budidaya di Papua (RA Papua) dengan di Depok (RB Depok). Menurut Asih *et al.* (2008), hubungan kekerabatan yang jauh bisa disebabkan oleh kondisi lingkungan perairan yang berbeda dan pola migrasi yang terbatas. Pada ikan rainbow Ajamaru yang ditangkap di alam yaitu sepanjang Sungai Kaliwensi yang panjangnya kurang dari 200 meter, ikan rainbow Ajamaru hanya dapat diperoleh di sungai tersebut sehingga diduga tingkat *inbreeding* di alam sudah tinggi karena habitatnya yang terbatas dan sumberdaya genetik yang tersedia hanya yang berasal dari sungai tersebut. Pemijahan di

alampun menjadi tidak terarah sehingga dapat meningkatkan potensi *inbreeding*. Sementara pada ikan budidaya pemijahan dapat dilakukan terarah dan bisa diatur untuk tidak memijah secara massal.

Berdasarkan analisis kluster (UPGMA) yang ditampilkan dalam dendrogram pada Gambar 5, terlihat bahwa populasi ikan rainbow Ajamaru budidaya membentuk satu kluster tersendiri, sedangkan ikan rainbow Ajamaru dari alam membentuk kluster terpisah. Hal ini karena ikan budidaya di Depok merupakan anakan dari ikan budidaya di Papua, sehingga kekerabatannya lebih dekat dibanding ikan yang diambil langsung dari alam. Menurut Kristanto *et al.* (2017), hubungan kekerabatan yang dekat pada dendrogram menunjukkan bahwa ikan budidaya memiliki sumber genetik dari induk yang sama. Hal ini terbukti karena ikan budidaya di Depok merupakan keturunan dari ikan budidaya di Papua namun pemijahan dilakukan di Depok.

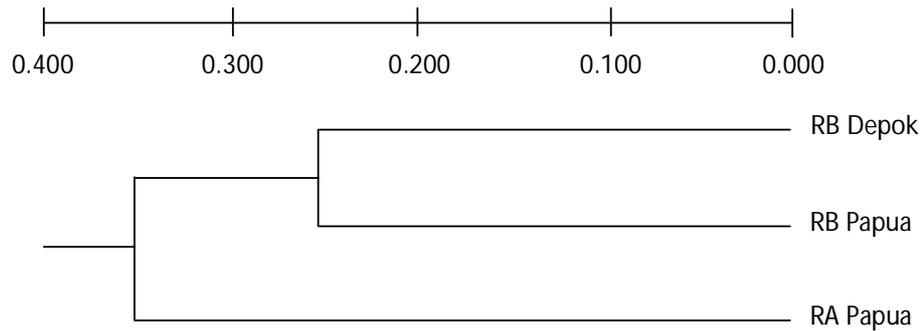
Populasi ikan rainbow Ajamaru memiliki keragaman genetik yang tinggi dan memiliki perbedaan yang nyata terutama antara ikan di alam dengan ikan budidaya. Hal ini diduga akibat adanya perpindahan tempat dan terdapat proses adaptasi pada ikan di tempat yang baru. Kemampuan ikan dalam beradaptasi yang disebut *adaptability* ini berpengaruh secara fenotipe dan genotipe. Letak geografis yang berjauhan juga menjadi salah satu faktor yang memengaruhi karena kondisi media pemeliharaan antara satu tempat dengan tempat lainnya pun bisa berbeda. Hal ini sesuai dengan pendapat Lante *et al.* (2012) bahwa populasi dengan keragaman genetik yang tinggi mempunyai peluang hidup yang tinggi karena mempunyai kemampuan yang lebih baik untuk beradaptasi dengan lingkungannya.

Menurut Tahapari *et al.* (2017), pada ikan patin yang dipelihara pada lingkungan ekosistem berbeda mengakibatkan keragaman pertumbuhan dan tampilan fenotipe yang bervariasi, hal ini disebabkan respons genotipe dari tiap ikan yang tidak sama. Daya adaptasi

Tabel 5. Jarak genetik tiga populasi ikan rainbow Ajamaru alam dan budiaya berdasarkan jarak Wright's (1978) modifikasi Roger's (1972)

Table 5. Genetic distance of three populations of Ajamaru rainbow fish from wild and culture based on Wright's (1978) modification of Roger's (1972) distance

	RA Papua	RB Papua	RB Depok
RA Papua	*****		
RB Papua	0.3665	*****	
RB Depok	0.3482	0.2581	*****



Keterangan: RA Papua= ikan rainbow Ajamaru F-0 dari alam; RB Papua= ikan rainbow Ajamaru budidaya di Papua; dan RB Depok= ikan rainbow Ajamaru budidaya di Depok
 Note: RA Papua= Ajamaru Rainbowfish FO wild; RB Papua= Ajamaru rainbow fish culture in Papua; and RB Depok= Ajamaru rainbow fish culture in Depok)

Gambar 5. Dendrogram tiga populasi ikan rainbow Ajamaru dari alam dan budidaya.

Figure 5. Dendrogram of three populations of Ajamaru Rainbowfish from wild and culture.

ikan dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan, dan interaksi antara genetik dan lingkungan. Namun kemampuan ikan dalam beradaptasi dapat meningkatkan produktivitas dari budidaya ikan yang berkelanjutan. Produktivitas yang berbeda dihasilkan dari pemeliharaan ikan pada lokasi budidaya yang berbeda akibat adanya kondisi geografis, agroklimatologis, dan teknologi budidaya yang digunakan. Perbedaan tersebut menimbulkan respons genotipe yang berbeda sehingga dapat menghasilkan fenotipe yang berbeda juga, hal inilah yang menyebabkan keragaman genetik yang tinggi pada lokasi budidaya yang berbeda (Ariyanto *et al.*, 2011; Kusmini *et al.*, 2015; Lante *et al.*, 2012; Tahapari *et al.*, 2017). Pada ikan rainbow Ajamaru yang dipelihara pada lingkungan berbeda menghasilkan keragaman genotipe yang berbeda karena respons genotipe dari tiap individu dan daya adaptasi ikan berbeda-beda.

KESIMPULAN

Keragaman genetik ikan rainbow Ajamaru memiliki nilai keragaman yang tinggi pada kisaran 62,5-73,43%, yang tertinggi pada ikan budidaya di Depok. Nilai Heterozigositas pada ikan alam lebih rendah (0,172) dibanding ikan budidaya di Papua (0,241) dan di Depok (0,270). Jarak genetik terjauh adalah antara populasi ikan alam dan populasi ikan budidaya Papua sedangkan jarak genetik terdekat adalah antara populasi ikan budidaya di Papua dengan di Depok. Karakter genotipe yang dihasilkan pada ikan rainbow Ajamaru dari alam dan budidaya adalah berbeda nyata ($P < 0,05$). Perbedaan yang dihasilkan dari karakter genotipe ini karena

respons genotip dari tiap individu dan daya adaptasi ikan berbeda-beda pada habitat yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan penelitian ini dibiayai DIPA tahun anggaran 2017. Ucapan terima kasih disampaikan kepada tim ekspedisi Ajamaru tahun 2017 terdiri atas tiga institusi yaitu Balai Riset Budidaya Ikan Hias (BRBIH), Depok; Sekolah Tinggi Perikanan, Jakarta; dan Politeknik Kelautan dan Perikanan Sorong, Papua yang telah menyediakan ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini. Terima kasih juga diucapkan kepada Nadia Mega Ariyani selaku analis laboratorium genetika dan bioteknologi BRBIH yang terlibat dalam kegiatan penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

- Ambarwati, E. (2016). Pengantar genetika kuantitatif. Jogjakarta: Gadjah Mada University Press, 118 hlm.
- Ariyanto, D., Robisalmi, A., & Fajarwati, D. (2011). Evaluasi daya tahan larva ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada media bersalininitas. Surabaya, Indonesia: Prosiding Seminar Nasional Kelautan VII, hlm. 37-43.
- Asih, S., Nugroho, E., Kristanto, A.H., & Mulyasari. (2008). Penentuan genetik ikan Batak (*Tor soro*) dari Sumatera Utara dan Jawa Barat dengan metode analisis *Random Amplified Polymorphism DNA* (RAPD). *Jurnal Riset Akuakultur*, 3(1), 91-97.
- Effendi, I. (2004). Pengantar Akuakultur. Jakarta, Indonesia: Penebar Swadaya, 188 hlm.

- Gardner, E.J., Simmons, M.J., & Snustad, P.D. (1991). Population and evolutionary genetics in principles of genetic. New York, Chichester Brisbane, Toronto, Singapore: Jhon Wiley and Sons Inc., p. 566-580.
- Hayuningtyas, E.P. & Kadarini, T. (2016). Keragaman genotipe ikan rainbow Kurumoi (*Melanotaenia parva*) hasil domestikasi berdasarkan RAPD. *Jurnal Riset Akuakultur*, 11(2), 107-114.
- IUCN. (2017). *Melanotaenia ajamaruensis*: The IUCN Red List of Threatened Species. Website: www.iucnredlist.org/details/13055/0. diakses 28 Mei 2018.
- Kadariusman, Sudarto, Paradis, E., & Pouyaud, L. (2010). Description of *Melanotaenia fasinensis*, a new spesies of rainbowfish (*Melanotaeniidae*) from West Papua, Indonesia with comments on The Rediscovery of *M. Ajamaruensis* and The Endangered Status of *M. parva*. *Cybiium International Journal of Ichthyology*, 34(2), 207-215.
- Kristanto, A.H., Subagja, J., Cahyanti, W., & Arifin, O.Z. (2017). Evaluasi variasi fenotipe dan genotipe ikan tambakan dari Kalimantan Tengah, Jawa Barat, dan Jambi dengan truss morfometrik dan *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD). *Jurnal Riset Akuakultur*, 12(3), 203-211.
- Kusmini, I.I., Prakoso, V.A., & Kusdiarti. (2015). Keragaman fenotipe *truss* morfometrik dan genotipe ikan gabus (*Channa striata*) dari Jawa Barat, Sumatera Selatan, dan Kalimantan Tengah. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(4), 501-509.
- Lante, S., Tenriulo, A., & Palinggi, N.N. (2012). Variasi genetik ikan baronang (*Siganus gutatus*) asal perairan Barru, Lampung, dan Sorong menggunakan penanda RAPD (*Randomly Amplified Polymorfism DNA*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 7(2), 195-204.
- Miller, M.P. (1997). Tools for Population Genetic Analyses (TFPGA). Version 1.3. USA: Northern Arizona University.
- Sembiring, S.B.M., Setiawati, K.M., Haryanti, & Wardana, I K. (2010). Karakter genetik induk (F-0) dan turunannya (F-1) pada ikan hias laut clown (*Amphiprion percula*) menggunakan marker RAPD (*Random Amplified Polymorfism DNA*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 5(2), 183-190.
- Tahapari, E., Darmawan, J., & Dewi, R.R.S.P.S. (2017). Daya adaptasi tiga spesies ikan patin pada lingkungan yang berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur*, 12(3), 253-261.
- Tappin, A.R. (2016). Rainbowfish: *Melanotaenia* and *Pseudomugilidae*, rainbowfish species. Australia: Art Publications. Website: <http://rainbowfishes.angfaqlid.org.au/melano.htm> diakses 23 Maret 2018.