

**M E T A M O R F O S A**  
*Journal of Biological Sciences*

eISSN: 2655-8122

<http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa>

**Keragaman Genetik dan Hubungan Keekerabatan Ayam Lokal Berdasarkan Penanda RAPD**

**Genetic Diversity and Relationships of Local Chickens Based on RAPD Marker**

**Ni Wayan Mery Wintari, Made Pharmawati\*, Ngurah Intan Wiratmini**

*Program Studi Magister Ilmu Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Udayana*

*\*Email: made\_pharmawati@unud.ac.id*

**INTISARI**

Ayam lokal Indonesia merupakan plasma nutfah yang telah dimanfaatkan masyarakat untuk berbagai kebutuhan, seperti konsumsi, sarana upacara, koleksi, serta ayam aduan. Untuk menjaga kelestariannya perlu dilakukan upaya inventarisasi keragaman genetik menggunakan penanda molekuler. Penelitian ini bertujuan menentukan keragaman genetik dan hubungan kekerabatan empat ayam lokal Indonesia: ayam kampung, ayam ketawa, ayam kate lokal, dan ayam bekisar kangean, berdasarkan pendanda molekuler RAPD. DNA diekstraksi dari sampel darah 12 individu ayam lokal yang terdiri dari 3 ayam kampung, 3 ayam ketawa, 3 ayam kate lokal, dan 3 ayam bekisar kangean menggunakan *Genomic DNA Mini Kit (Tissue) Geneaid*. Analisis PCR-RAPD dilakukan menggunakan 6 primer, yaitu OPA 04, OPB 08, OPB 12, OPC 16, OPH 01, dan OPH 03. Produk PCR-RAPD dielektroforesis menggunakan agarose 1,5% dalam *buffer* TAE 1x. Hasil penelitian menunjukkan nilai kesamaan 12 individu ayam lokal menggunakan penanda RAPD berkisar dari 0% sampai dengan 100%. Hubungan kekerabatan 12 individu ayam lokal menggunakan penanda RAPD menunjukkan bahwa ayam yang memiliki kesamaan morfologi tidak mengelompok bersama. Hal ini menandakan bahwa kelompok ayam yang sama secara fenotipe belum tentu memiliki genotipe yang sama.

*Kata kunci: Ayam lokal, hubungan kekerabatan, keragaman genetik, PCR-RAPD*

**ABSTRACT**

Indonesian local chicken is one kind of germplasm that has been utilized by the community for various needs, such as consumption, ceremonial, collection, and cockfighting. To maintain its sustainability, an inventory of genetic diversity can be made using molecular markers. This study aimed to determine the genetic diversity and relationship between four Indonesian local chickens: *ayam kampung*, *ayam ketawa*, *ayam kate lokal*, and *ayam bekisar kangean*, based on RAPD marker. DNA was extracted from blood samples of 12 local chickens consisting of 3 *ayam kampung*, 3 *ayam ketawa*, 3 *ayam kate lokal*, and 3 *ayam bekisar kangean* using Genetic DNA Mini Kit (Tissue) Geneaid. The PCR-RAPD analysis was performed using 6 primers, OPA 04, OPB 08, OPB 12, OPC 16, OPH 01, and OPH 03. The product of PCR-RAPD was electrophoresed using 1,5% agarose in 1x TAE buffer. The results showed that the similarity value of 12 local chickens using RAPD ranged from 0% to 100%. The relationship between 12 local chickens using RAPD marker indicated that the chickens in the same morphology were not clustered in the same group. This suggests that the same group of chickens phenotypically does not necessarily have the same genotype.

*Keywords: local chicken, genetic relationships, genetic diversity, PCR-RAPD*

## PENDAHULUAN

Ayam lokal merupakan salah satu plasma nutfah (kekayaan genetik) fauna yang dimiliki oleh Indonesia. Keragaman dan variasi ayam lokal Indonesia tergolong sangat besar, mencakup warna bulu, kulit, paruh, bentuk tubuh, penampilan produksi, pertumbuhan, dan reproduksinya (Sidadolog, 2007). Menurut Nataamijaya (2010) di wilayah Indonesia terdapat 31 kelompok ayam lokal, baik ayam asli maupun ayam introduksi yang telah melewati adaptasi selama puluhan bahkan ratusan tahun. Setiap ayam lokal memiliki karakteristik spesifik dari masing-masing daerah. Kelompok ayam lokal yang tidak memiliki karakteristik spesifik dikenal sebagai ayam kampung.

Pemanfaatan ayam lokal oleh masyarakat Indonesia terutama adalah sebagai penghasil daging dan telur untuk mencukupi kebutuhan protein hewani. Berdasarkan data Kementerian Pertanian RI tahun 2016, konsumsi daging dan telur ayam lokal di Indonesia setiap tahun selalu mengalami peningkatan. Pada tahun 2014, konsumsi daging ayam lokal segar adalah 0,010 kg per kapita, meningkat dari tahun 2013 yang hanya 0,009 kg per kapita. Konsumsi telur ayam lokal per kapita tahun 2015 juga mengalami peningkatan sebesar 44 persen dari konsumsi tahun 2014. Pada tahun 2014 konsumsi telur ayam lokal adalah sebesar 2,607 butir per kapita sedangkan pada tahun 2015 meningkat menjadi 3,754 butir per kapita.

Selain dikonsumsi, masyarakat juga memanfaatkan ayam lokal untuk kebutuhan lain. Di Bali, ayam lokal dimanfaatkan sebagai sarana pelengkap dalam upacara tradisional dan keagamaan. Beberapa jenis ayam lokal, seperti ayam pelung, ayam bekisar, dan ayam kate menjadi koleksi kesayangan masyarakat Indonesia karena kecantikan penampilan dan suaranya yang merdu. Peran lain ayam lokal yang juga ditemukan di masyarakat adalah sebagai ayam aduan (Sartika dan Iskandar, 2007). Tingginya tingkat pemanfaatan ayam lokal oleh masyarakat Indonesia ini juga harus diikuti dengan usaha pelestarian yang berkelanjutan agar populasi ayam lokal tidak berkurang.

Salah satu upaya konservasi adalah dengan cara inventarisasi keragaman genetik ayam lokal. Seiring dengan perkembangan teknologi, inventarisasi dapat dilakukan menggunakan penanda molekuler. Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) adalah penanda molekuler yang umum digunakan dua dekade terakhir. RAPD merupakan teknik yang mudah dan cepat dilakukan serta dapat menunjukkan polimorfisme DNA dalam jumlah besar. Pengetahuan tentang latar belakang genom target tidak diperlukan dan primer dapat digunakan untuk menganalisis genom seluruh organisme (Tingey et al., 1994).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi keragaman genetik dan menentukan hubungan kekerabatan ayam lokal Indonesia, yang terdiri dari ayam kampung, ayam ketawa, ayam kate lokal, dan ayam bekisar kangean menggunakan penanda RAPD. Hasil penelitian ini nantinya dapat digunakan sebagai informasi dasar untuk pemilihan tetua dalam melakukan persilangan. Semakin jauh jarak genetik antar tetua yang digunakan, maka peluang mendapatkan hasil persilangan dengan variasi genetik yang tinggi akan semakin besar.

## BAHAN DAN METODE

### Pengambilan Sampel

Sumber DNA dalam penelitian ini adalah sampel darah yang berasal 12 individu ayam lokal yang terdiri dari 3 ayam kampung, 3 ayam ketawa, 3 ayam kate lokal, dan 3 ayam bekisar kangean. Ayam diperoleh secara acak dari beberapa daerah yang tersebar di Kota Denpasar, Kabupaten Badung, dan Kabupaten Tabanan. Darah ayam diambil menggunakan spuit pada bagian sayap kiri di sekitar *vena axillaris* setelah dibersihkan terlebih dahulu dari bulu dan kotoran menggunakan alkohol 70%. Darah yang telah diambil dimasukkan ke dalam tabung *vaculab* yang sudah berisi EDTA.

### Ekstraksi dan Elektroforesis DNA

Sebelum diekstraksi, masing-masing sampel darah sebanyak 1 ml disentrifugasi selama 5 menit dengan kecepatan 8000 rpm. Supernatan hasil sentrifugasi sekaligus *buffy coat* diambil menggunakan pipet mikro dan

dipindahkan ke dalam tabung *microcentrifuge* 1,5 ml. Selanjutnya, ekstraksi DNA dilakukan berdasarkan protokol *Genomic DNA Mini Kit (Tissue)* Geneaid.

DNA hasil ekstraksi dielektroforesis menggunakan gel agarose 1% dalam *buffer* TAE 1x, yang terdiri dari 40mM Tris-Asetat (pH 7,9) dan 2 mM Na<sub>2</sub>EDTA (pH 8). Masing-masing sampel diambil sebanyak 4 µl dicampur dengan 1 µl loading dye di atas kertas parafilm lalu dimasukkan ke dalam sumur gel. Elektroforesis dilakukan selama 30 menit pada tegangan 100 volt. Setelah elektroforesis selesai dilakukan, gel diangkat dan diamati menggunakan *Geldoc UV Transiluminator* (Sambrook dan Russell, 2001).

### PCR-RAPD

Analisis PCR-RAPD dalam penelitian ini menggunakan 6 primer, yaitu OPA 04, OPB 08, OPB 12, OPC 16, OPH 01, dan OPH 03. Pereaksi dibuat dengan mencampur 1x PCR buffer, 3mM MgCl<sub>2</sub>, 0,2 mM dNTP, 2,5 µM primer, 1 U *taq polymerase*, 50 ng DNA, dan H<sub>2</sub>O steril hingga mencapai total volume reaksi 20µl. Reaksi PCR dilakukan menggunakan thermocycler dengan kondisi predenaturasi pada suhu 95°C selama 5 menit sebanyak 1 kali. Siklus PCR dilakukan sebanyak 40 kali, masing-masing terdiri dari denaturasi pada suhu 95°C selama 1 menit, annealing pada suhu 36°C selama 1 menit, dan ekstensi awal pada suhu 72 °C pada selama 1 menit. Tahap terakhir yaitu ekstensi akhir pada suhu 72 °C selama 10 menit sebanyak 1 kali. Hasil amplifikasi PCR-RAPD dielektroforesis menggunakan gel agarose 1,5% dalam *buffer* TAE 1x.

### Analisis Data

Analisis data PCR-RAPD pada tahap pertama dilakukan dengan mengukur pita DNA yang diperoleh dengan memplot pada kertas semilog (Fred Hutchinson Cancer Research Center, 2001). Pola pita DNA yang telah diketahui ukurannya selanjutnya diskoring, skor 1 untuk pita DNA yang terlihat dan skor 0

untuk pita DNA yang tidak terlihat. Hasil skoring yang diperoleh dianalisis kemiripan genetiknya menggunakan program *software multi variate statistical package* (MVSP 3.2) metode *unweighted pair-group method with arithmetic* (UPGMA) berdasarkan koefisien kesamaan Nei dan Li.

### HASIL

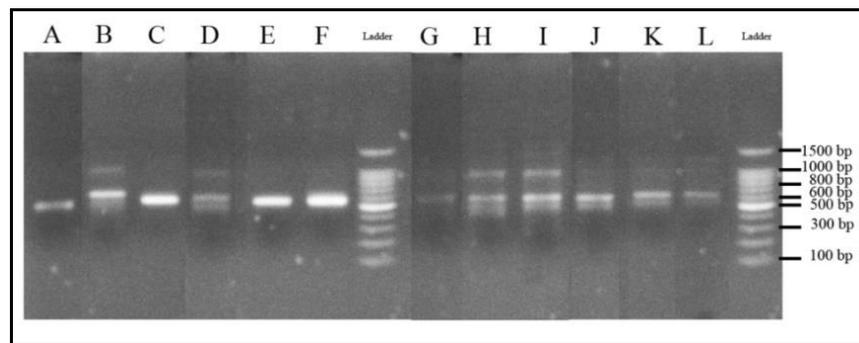
Elektroforesis DNA hasil isolasi dari 12 individu ayam lokal menghasilkan DNA dengan konsentrasi berkisar dari 30 ng/µl sampai dengan 83,33 ng/µl. Pendaran konsentrasi pita DNA diukur dengan membandingkan pendaran pita DNA dengan konsentrasi lambda DNA hasil elektroforesis.

Analisis PCR-RAPD pada penelitian ini menggunakan total 6 primer namun hanya 5 primer yang berhasil mengamplifikasi fragmen DNA pada semua sampel. Kelima primer tersebut adalah OPA 04, OPB 12, OPC 16, OPH 01, dan OPH 03. Primer OPB 08 tidak berhasil mengamplifikasi fragmen DNA pada semua sampel. Hasil elektroforesis produk PCR dengan primer OPB 12 ditampilkan pada Gambar 1.

Total ukuran pita yang berhasil diamplifikasi oleh kelima primer adalah 16 dengan kisaran 205-1077 bp dan persentase polimorfisme 87,5%. Rekapitulasi ukuran pita, jumlah ukuran pita DNA, dan polimorfisme DNA menggunakan 5 primer RAPD ditampilkan pada Tabel 1.

Keragaman genetik dan hubungan kekerabatan ayam kampung, ayam ketawa, ayam kate lokal, ayam bekisar kangean berdasarkan penanda RAPD diperoleh dari data skoring pita DNA yang bersifat polimorfis. Nilai kesamaan berdasarkan penanda RAPD antar individu ayam lokal berkisar dari 0% sampai dengan 100%. Nilai kesamaan 12 individu ayam lokal berdasarkan penanda RAPD ditunjukkan pada Tabel 2.

Hubungan kekerabatan 12 individu ayam lokal berdasarkan penanda RAPD, ditampilkan dalam dendogram pada Gambar 2.



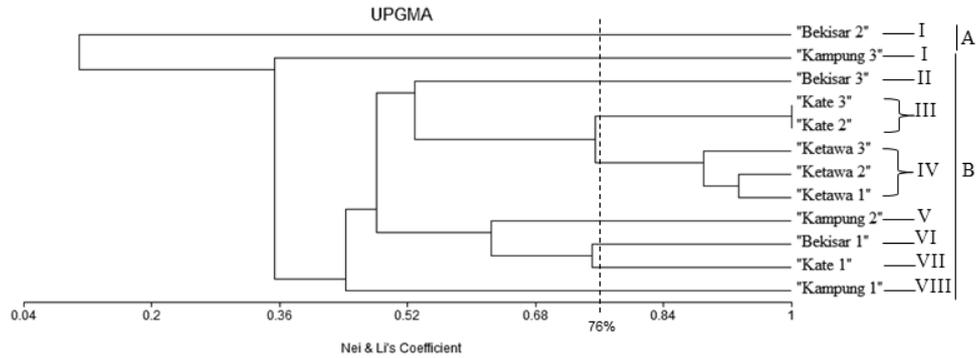
Gambar 1. Profil DNA Hasil Amplifikasi PCR-RAPD Menggunakan Primer OPB 12 [(A) "Kampung 1"; (B) "Kampung 2"; (C) "Kampung 3"; (D) "Ketawa 1"; (E) "Ketawa 2"; (F) "Ketawa 3"; (G) "Kate 1"; (H) "Kate 2"; (I) "Kate 3"; (J) "Bekisar 1"; (K) "Bekisar 2"; (L) "Bekisar 3"; Ladder Marker 1,5 kb]

Tabel 1. Rekapitulasi Ukuran Pita DNA, Jumlah Ukuran Pita DNA, dan Polimorfisme Pita DNA

No.	Nama Primer RAPD	Kisaran Ukuran Pita DNA (bp)	Jumlah Pita DNA	Jumlah Pita DNA Polimorfis
1.	OPA 04	205 – 352	4	4
2.	OPB 12	455 – 1075	5	5
3.	OPC 16	338 – 976	3	3
4.	OPH 01	358	1	0
5.	OPH 03	419 – 1.077	3	2
<b>Total</b>			<b>16</b>	<b>14</b>

Tabel 2. Nilai Kesamaan 12 Individu Ayam Lokal Berdasarkan Penanda RAPD

No.	Nama Ayam Lokal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	"Kampung 1"	1											
2	"Kate 1"	0,444	1										
3	"Ketawa 1"	0,462	0,5	1									
4	"Bekisar 1"	0,444	0,75	0,5	1								
5	"Kate 2"	0,462	0,667	0,75	0,5	1							
6	"Kate 3"	0,462	0,667	0,75	0,5	1	1						
7	"Ketawa 2"	0,5	0,545	0,933	0,545	0,8	0,8	1					
8	"Ketawa 3"	0,545	0,4	0,857	0,4	0,714	0,714	0,923	1				
9	"Bekisar 2"	0	0	0	0,4	0	0	0	0	1			
10	"Kampung 2"	0,444	0,5	0,5	0,75	0,5	0,5	0,545	0,4	0,4	1		
11	"Kampung 3"	0,222	0,25	0,5	0,25	0,333	0,333	0,545	0,6	0	0	1	
12	"Bekisar 3"	0,222	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,545	0,6	0,4	0,25	0,5	1
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>



Gambar 2. Dendrogram 12 Sampel DNA Ayam Lokal Menggunakan Penanda RAPD

Hubungan kekerabatan 12 individu ayam lokal menggunakan penanda RAPD yang ditunjukkan pada Gambar 2 terbagi menjadi 2 kelompok utama. Pada pemotongan nilai kesamaan Nei & Li 0,76 atau 76%, keseluruhan kelompok yang terbentuk berjumlah 9 kelompok. Kelompok utama A tersusun dari 1 sub kelompok ayam lokal, sedangkan kelompok utama B tersusun dari 8 sub kelompok ayam lokal.

Kelompok utama A sub kelompok I terdiri dari 1 individu, yaitu ayam “bekisar 2”. Kelompok utama B sub kelompok I terdiri dari 1 individu, yaitu ayam “kampung 3”, sub kelompok II terdiri dari 1 individu, yaitu ayam “bekisar 3”, sub kelompok III terdiri dari 2 individu, yaitu ayam “kate 3” dan ayam “kate 2”, sub kelompok IV terdiri dari 3 individu, yaitu ayam “ketawa 3”, ayam “ketawa 2”, dan ayam “ketawa 1”, sub kelompok V terdiri dari 1 individu, yaitu ayam “kampung 2”, sub kelompok VI terdiri dari 1 individu, yaitu ayam “bekisar 1”, sub kelompok VII terdiri dari 1 individu, yaitu ayam “kate 1”, dan sub kelompok VIII terdiri dari 1 individu, yaitu ayam “kampung 1”.

## PEMBAHASAN

Amplifikasi 12 sampel DNA ayam lokal dengan teknik PCR-RAPD menunjukkan hasil yang dapat di-skor dengan menggunakan lima primer dan satu primer menunjukkan produk yang terlihat samar. Produk PCR-RAPD yang tidak jelas pada penggunaan primer OPB 08 dapat disebabkan oleh kondisi PCR yang tidak optimal seperti siklus PCR yang kurang atau

konsentrasi DNA yang tidak tepat pada saat reaksi PCR-RAPD dengan primer OPB 08.

Jumlah ukuran pita DNA hasil amplifikasi menggunakan penanda RAPD berkisar antara 3-5 pita pada masing-masing primer dengan kisaran 205-1.077 bp. Kisaran ini masih berada dalam kisaran ukuran seperti pada penelitian RAPD yang telah dilakukan sebelumnya pada unggas Nicobari di Kepulauan Andaman yaitu 200-2.000 bp oleh Ahlawat *et al.* (2004), penelitian pada ayam lokal Nigeria, *Dahlem Red*, dengan ukuran 128-5.467 bp oleh Chatterjee *et al.* (2007), dan penelitian pada ayam lokal Jordan dengan ukuran 200-4.000 bp oleh Al-Atiyat (2009). Variasi ukuran ini ditentukan oleh tingkat kecocokan urutan basa nukleotida primer dengan DNA cetakan pada arah yang berlawanan. Apabila urutan basa nukleotida pada primer komplementer dengan DNA cetakan, maka amplifikasi dapat terjadi. Jarak penempelan primer yang berbeda menyebabkan terbentuknya variasi ukuran DNA produk PCR-RAPD.

Persentase polimorfisme produk PCR menggunakan 5 primer RAPD adalah 87,5%. Mc.Gregor *et al.* (2000) menyatakan bahwa polimorfisme merupakan gambaran amplifikasi yang diperoleh dari perbedaan fragmen DNA yang teramati. Persentase polimorfisme yang diperoleh pada penelitian ini menggambarkan bahwa terdapat variasi genetik yang tinggi antara 12 individu ayam lokal. Angka ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian terhadap 5 ayam lokal Erbil di Irak yang menggunakan 21 primer RAPD dan menghasilkan persentase polimorfisme sebesar

14,31% (Abdulrazaq dan Suliaman, 2016). Penelitian pada ayam lokal Bangladesh juga menunjukkan persentase polimorfisme yang lebih rendah dibandingkan dengan penelitian ini yaitu sebesar 64,10% dengan menggunakan 4 primer RAPD (Mollah *et al.*, 2009).

Nilai kesamaan berdasarkan penanda RAPD antar individu ayam lokal pada penelitian ini berkisar dari 0% sampai dengan 100%. Penelitian sebelumnya terhadap 5 jenis ayam lokal di Ukraina dan Jerman menggunakan 6 primer RAPD menunjukkan nilai kesamaan berkisar antara 0,0705 (7,05%) sampai dengan 0,1942 (19,42%) (Romanov dan Weigend, 2000). Penelitian terhadap 5 jenis ayam lokal India menggunakan 12 primer RAPD menunjukkan nilai kesamaan berkisar antara 19% sampai dengan 68% (Alatafi *et al.*, 2013). Variasi nilai kesamaan ini disebabkan oleh jenis ayam yang berbeda pada setiap penelitian.

Hasil analisis menggunakan penanda RAPD menunjukkan bahwa nilai kesamaan terendah (0%) ditunjukkan oleh ayam “bekisar 2” dengan delapan ayam lokal lainnya. Amplifikasi DNA ayam “bekisar 2” menggunakan primer OPA 04, OPH 03, dan OPC 16 menghasilkan pita yang sangat tipis sehingga diberi skor 0 dan menyebabkan ayam “bekisar 2” terlihat sangat berbeda dari ayam lainnya. Nilai kesamaan 0% juga ditemukan pada ayam “kampung 3” dengan ayam “kampung 2”. Tidak adanya kesamaan antara kedua ayam kampung tersebut dengan menggunakan 5 primer RAPD dapat disebabkan karena variasi genetik yang tinggi pada DNA genomik kedua individu ayam. Ayam kampung didefinisikan sebagai ayam yang tidak memiliki ciri spesifik atau penampilan fenotipe maupun genotipenya masih sangat beragam (Sartika dan Iskandar, 2007). Nilai kesamaan tertinggi (100%) pada ayam “kate 2” dengan ayam “kate 3” menggunakan penanda RAPD menunjukkan variasi genetik rendah pada kedua ayam itu.

Analisis dendrogram menggunakan penanda RAPD, menunjukkan bahwa ayam dengan kesamaan morfologi tidak berada dalam kelompok yang sama, misalnya ayam bekisar ditemukan pada 3 subkelompok yang berbeda

pada kelompok utama A dan kelompok utama B. Selain itu, ditemukan juga ayam dengan kesamaan morfologi berada pada kelompok yang sama dengan nilai kesamaan 100%, yaitu ayam “kate 2” dan ayam kate 3”. Kedua hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh tingkat keakuratan pengelompokan yang masih rendah akibat jumlah primer yang digunakan masih sedikit. Kartikaningrum *et al.* (2002) menyatakan secara teoritis keakuratan pengelompokan dalam dendrogram akan meningkat jika semakin banyak data yang digunakan. Sehingga untuk memperoleh data pengelompokan yang lebih akurat diperlukan penambahan jumlah primer RAPD lagi.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi hubungan kekerabatan secara genetik 12 individu ayam lokal menggunakan penanda RAPD adalah jumlah primer dan jumlah sampel yang digunakan. Dari enam primer RAPD yang digunakan hanya lima primer yang menghasilkan produk PCR yang dapat diskoring dan hanya empat primer yang menghasilkan ukuran pita bersifat polimorfis. Menurut Kartikaningrum *et al.* (2002) umumnya ketepatan perkiraan pengelompokan akan meningkat apabila jumlah pita yang terdeteksi dalam analisis meningkat.

Selain faktor jumlah primer, hubungan kekerabatan 12 individu ayam lokal yang ditunjukkan pada dendrogram juga sangat dipengaruhi oleh jumlah sampel. Jumlah sampel akan berpengaruh terhadap polimorfisme alel pada suatu populasi (Nei, 1986; Neigel dan Avise, 1986). Pada penelitian ini jumlah sampel yang digunakan adalah 3 individu untuk masing-masing jenis ayam.

## KESIMPULAN

Keragaman genetik 12 individu ayam lokal menggunakan penanda RAPD menghasilkan kisaran nilai kesamaan 0-100% yang menunjukkan bahwa terdapat variasi yang rendah sampai tinggi antara individu ayam lokal. Hubungan kekerabatan 12 individu ayam lokal menggunakan penanda RAPD menunjukkan bahwa ayam yang memiliki kesamaan secara morfologi tidak mengelompok dalam grup yang sama.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abdulrazaq, H.S. dan N.M.A. Suliaman. 2016. Polymorphism Between Five Local Chicken in Erbil Using RAPD Markers. *ZJPAS* 28(1): 65-69.
- Ahlawat, S.P., J. Sunder, A. Kundu, R.N. Chatterjee, R.B. Rai, B. Kumar, S. Senani, S.K. Saha, dan S.P. Yadav. 2004. Use of RAPD-PCR for Genetic Analysis of Nicobari fowl of Andamans. *Br Poult Sci* 45(2):194-200.
- Alatafi, A.K., R. Appa, S.V.V. K. Chakravarthi, R.G. Gajula, S. R. Revuri, dan V.K. Singh. 2013. Screening The Genetic Diversity of Male and Female Breeds of Indian Chickens Using RAPD Marker Analysis. *Res. Opin. Anim. Vet Sci* 3(4): 111-116.
- Al-Atiyat, R.M. 2009. DNA Polymorphism of Indigenous Chicken Ecotypes in Jordan. *Asian J Ani Vet Adv* 4: 237-244.
- Chatterjee, R.N., R.P. Sharma, B.L.N. Reddy, M. Niranjana, Shivaprasad, dan S.K. Mishra. 2007. Genetic Analysis of Highly Inbred Chicken Using RAPD-PCR and Immunocompetence. *Worlds Poult Sci J* 6(12): 967-972.
- Fred Hutchinson Cancer Research Center. 2001. DNA Band Sizes Semi-Log Plotting. Seattle.
- Kartikaningrum, S., N. Hermiati, A. Baihaki, H.K. Murdaningsih, dan T.M. Nurita. 2002. Kekerabatan antar Genus Anggrek Sub Tribe Sarchantinae Berdasarkan Data Fenotip dan Pola Pita DNA. *J Zuriat* 13(1): 1-10.
- Kementerian Pertanian RI. 2016. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan. Jakarta: Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan.
- McGregor, C.E., A.A. Lambert, M.M. Greyling, J.H. Louw, dan L. Warnich. 2000. A Comparative Assesment of DNA Finger Printing Techniques (RAPD, ISSR, AFLP, and SSR) in Tetraploid Potato (*Solanum tuberosum* L.) Germplasm. *Euphytica* 113: 135-144.
- Mollah, M.B.R., F.B. Islam, M.S. Islam, M.A. Ali, dan M.S. Alam. 2009. Analysis of Genetic Diversity in Bangladeshi Chicken using RAPD Markers. *Biotechnol* 8(4): 462-467.
- Nataamijaya, A.G. 2010. Pengembangan Potensi Genetik Ayam Lokal untuk Menunjang Peningkatan Kesejahteraan Petani. *J Litbang Pertanian* 29 (4): 131-135.
- Nei, M. 1986. Stochastic Errors in DNA Evolution and Molecular Phylogeny. In: Evolutionary Perspectives and the New Genetics. H. Gershowitz, D.L. Rucknagel and R.E. Tashian (Eds.). Alan R. Liss, New York. pp. 133-147.
- Neigel, J.E. dan A.C. Avise. 1986. Phylogenetic Relationships of Mitochondrial DNA Under Various Demographic Models of Speciation. In: Evolutionary Processes and Theory. S. Karlin and E. Nevo (Eds.). pp. 515-534.
- Romanov, M. N. dan S. Weigend. 2000. Using RAPD Markers for Assessment of Genetic Diversity in Chickens. *Arch Geflügelk* 65(4): 145-148.
- Sambrook, J. dan D. W. Russell. 2001. Molecular Cloning: A Laboratory Manual. 3rd edition. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Sartika, T. dan S. Iskandar. 2007. Mengenal Plasma Nutfah Ayam Indonesia dan Pemanfaatannya. Sukabumi: KEPRAKS (Indonesia Native Chicken Community) Balai Penelitian Ternak (Pusat Penelitian Pengembangan Ternak).
- Sidadolog, J.H.P. 2007. Pemanfaatan dan Kegunaan Ayam Lokal Indonesia. dalam buku Keragaman Sumber Daya Hayati Ayam Lokal Indonesia: Manfaat dan Potensi. Editor: Diwyanto, K. dan S.N. Prijono. Pusat Penelitian Biologi, LIPI. Edisi Pertama. Hal. 27-42.
- Tingey, S.V., J.A. Rafalski, dan M.K. Hanafey. 1994. Genetic Analysis with RAPD Markers. In: Coruzzi, C. and P. Puidormenech (eds.). Plant Molecular Biology. Belin: Springer-Verlag.