

Keragaman genetik masyarakat Pande Bangke Mawong di Desa Sumita, Kabupaten Gianyar, Bali berdasarkan penanda DNA mikrosatelit kromosom Y

Genetic diversity of Pande Bangke Mawong Community in Sumita Village, Gianyar Regency, Bali based on Y chromosome microsatellite DNA

I Gde Suryadi*, I Ketut Junitha, Made Pharmawati

Program Magister Ilmu Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Udayana

*Email: gdesuryadi@yahoo.co.id

Diterima 19 Maret 2020 Disetujui 4 Mei 2020

INTISARI

Masyarakat Pande Bangke Mawong di Desa Sumita merupakan salah satu bagian klan besar Pande di Bali. Asal-usul masyarakat Pande di Desa Sumita tersebut diketahui masih menjadi kontroversi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keragaman genetik masyarakat Pande Bangke Mawong di Desa Sumita berdasarkan penanda DNA mikrosatelit kromosom Y. Sampel diambil di Desa Sumita dan beberapa desa di Bali sebagai pembandingan dengan metode *purposive sampling*. Tahapan penelitian meliputi ekstraksi DNA dengan metode fenol-kloroform yang telah dimodifikasi, amplifikasi DNA menggunakan penanda DNA mikrosatelit dengan lima macam primer yaitu DYS19, DYS390, DYS393, DYS395, dan SRY, elektroforesis produk PCR dengan *Polyacrilamide Gel Electrophoresis* (PAGE) 10%, visualisasi DNA dengan metode pewarnaan perak nitrat, dan DNA *typing* ditentukan melalui ukuran panjang DNA amplicon dengan mengukur jarak migrasinya pada *gel* yang diplot pada kertas semilog. Data frekuensi alel dan keragaman genetik dianalisis menggunakan *software* GenAlex 6.5. Hubungan kekerabatan dianalisis dengan metode UPGMA menggunakan *software* MEGA 7. Ditemukan delapan alel dan tiga haplotipe pada masyarakat Pande Bangke Mawong di Desa Sumita. Pada masyarakat Pande lainnya ditemukan 12 alel dan enam haplotipe. Nilai keragaman genetik masyarakat Pande di Desa Sumita adalah $0,035 \pm 0,014$, sedangkan pada masyarakat Pande lainnya sebesar $0,432 \pm 0,112$. Ragam alel dan haplotipe yang ditemukan pada masyarakat Pande Bangke Mawong menunjukkan adanya proses mikroevolusi yang disebabkan mutasi genetik. Hubungan kekerabatan masyarakat Pande di Desa Sumita paling dekat dengan masyarakat Pande di Desa Tenganan Pegringsingan dan Desa Renon yang dikenal sebagai salah satu desa tua di Bali.

Kata kunci: Keragaman Genetik, Pande Bangke Mawong, DNA Mikrosatelit, Kromosom Y

ABSTRACT

The Pande Bangke Mawong community in Sumita Village is one of the large Pande clans in Bali. The origins of the Pande population in the village of Sumita are known to still be controversial. This study was conducted to determine the genetic diversity of the Pande Bangke Mawong community in Sumita Village based on Y chromosome microsatellite DNA markers. Samples were taken in Sumita Village and several villages in Bali as a comparison with the purposive sampling method. Stages of research included DNA extraction by the modified phenol-chloroform method, DNA amplification using microsatellite DNA markers with five types of primers namely DYS19, DYS390, DYS393, DYS395, and SRY. Electrophoresis of PCR products was done using Polyacrilamide Gel Electrophoresis (PAGE) 10%, visualization DNA by silver nitrate staining method, and DNA typing was determined by measuring the length of the DNA

amplicon by measuring the distance of its migration to the gel plotted on semilog paper. Allele frequency and genetic variation data were analyzed using GenAlex 6.5 software. Kinship relationships were analyzed by the UPGMA method using MEGA 7 software. Eight alleles and three haplotypes were found in the Pande Bangke Mawong population in Sumita Village. In other Pande population, 12 alleles and six haplotypes were found. The genetic diversity value of the Pande population in Sumita Village was 0.035 ± 0.014 , whereas in other Pande population it was 0.432 ± 0.112 . The variety of alleles and haplotypes found in the Pande Bangke Mawong population indicate a microevolution process caused by genetic mutations. The kinship relationship between Pande in Sumita Village is the closest to Pande community in Tenganan Pegriingsingan Village and Renon Village, which are known as one of the old villages in Bali.

Keywords: Genetic Diversity, Pande Bangke Mawong, Microsatellite DNA, Y Chromosome

PENDAHULUAN

Masyarakat Pande Bangke Mawong adalah salah satu klan yang merupakan bagian dari klan besar Pande di Bali. Keberadaan mereka dikenal dengan asal-usulnya yang memiliki banyak versi. Beberapa tokoh masyarakat Pande Bangke Mawong, seperti Wayan Kampih (Ketua Adat/*Kelihan* masyarakat Pande Bangke Mawong di Desa Sumita, Gianyar) dan Made Utama (Pendeta/*Jro Mangku* di Pura Pande Tamblingan), menyatakan adanya perbedaan pandangan di kalangan masyarakat klan besar Pande mengenai asal-usul keberadaan masyarakat Pande Bangke Mawong (Kom.Pri., 2018). Oleh karena itu diperlukan kajian secara ilmiah untuk mengungkap kontroversi tersebut.

Pande Bangke Mawong merupakan salah satu bagian dari klan besar Pande di Bali yang berpusat di Desa Sumita, Kabupaten Gianyar. Masyarakat Pande Bangke Mawong ini diketahui memiliki beberapa versi sejarah asal usulnya. Menurut Darmada & Utama (2001), masyarakat Pande Bangke Mawong memiliki sejarah yang berawal di sekitar Danau Tamblingan, Kabupaten Buleleng di mana dijelaskan pada masa lalu di sekitar Danau Tamblingan terdapat kelompok masyarakat Pande yang memiliki keahlian membuat persenjataan (keris) yang dapat mengakibatkan lawan terbunuh dan jazadnya membusuk (*bangke maong*) dalam beberapa saat saja. Menurut Guermonprez (2012), sejarah masyarakat Pande Bangke Mawong masih simpang siur di masyarakat dikarenakan selain di Desa Sumita beberapa masyarakat Pande lainnya di Bali juga disebutkan sebagai warga Pande

Bangke Mawong. Pendeta/*Jro Mangku* Made Sudarta selaku pendeta umat warga Pande di Pura Besakih, Karangasem menyatakan bahwa masyarakat Pande di Bali tidak seharusnya terpecah menjadi kelompok-kelompok tetapi sebaiknya bersatu karena seluruh masyarakat Pande merupakan satu keluarga besar (Kom.Pri., 2018). Sementara itu ketua adat masyarakat Pande di Desa Sumita Wayan Kampih menyatakan bahwa masyarakat Pande Bangke Mawong di Desa Sumita meyakini leluhur mereka telah berada di sana sejak masa lampau dan tidak terdapat hubungan genealogis dengan masyarakat Pande yang dahulu pernah berada di wilayah Tamblingan (Kom.Pri., 2018). Banyaknya pandangan mengenai asal usul masyarakat Pande Bangke Mawong tersebut menjadi permasalahan yang menarik karena idealnya masyarakat patrilineal terbentuk dari satu garis keturunan laki-laki saja (Sanderson, 2011).

Saat ini sedang dikembangkan suatu kajian ilmiah dengan menggunakan analisis DNA untuk menyusun *database* struktur genetik masyarakat Bali. Penelitian variasi genetik masyarakat Bali yang pernah dilakukan adalah menggunakan mikrosatelit DNA kromosom Y pada lokus DYS19, DYS390, DYS393, dan DYS395 terhadap masyarakat Bali Mula Terunyan, Pasek Kayu Selem, Celagi, Kayuan, Brahmana Siwa, serta masyarakat Pande di Desa Abiansemal, Kecamatan Seririt, Kabupaten Klungkung, Gianyar, dan Kota Denpasar (Junitha & Sudirga 2007; Junitha dkk., 2009; Junitha dkk., 2012; Junitha & Watiniasih, 2014; Wulandari dkk. 2014; Mahardika dkk., 2016; Junitha dkk., 2017;

Junitha & Wijana 2017). Analisis tersebut dilakukan dengan melihat keanekaragaman alel-alel yang ditemukan pada masing-masing lokus yang diteliti menggunakan penanda DNA mikrosatelit kromosom Y, karena pembentukan klan atau *soroh* di Bali didasarkan atas sistem patrilineal atau garis keturunan laki-laki (Junitha & Sudirga, 2007).

Studi keragaman genetik menggunakan penanda DNA mikrosatelit kromosom Y selain menggunakan lokus-lokus seperti tersebut di atas juga dapat dikembangkan pada lokus lainnya. Lokus SRY (*Sex-determining Region Y*) diketahui merupakan lokus pada DNA mikrosatelit kromosom Y yang dapat digunakan sebagai penciri jenis kelamin laki-laki (Kupfer *et al.*, 2008). Menurut Butler & Li (2014), lokus SRY dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai penanda genetik dalam bidang identifikasi forensik.

Dengan latar belakang seperti tersebut di atas maka dilakukan penelitian keragaman genetik pada masyarakat Pande Bangke Mawong di Desa Sumita, Kabupaten Gianyar, Bali berdasarkan penanda DNA mikrosatelit kromosom Y pada lokus DYS19, DYS390, DYS393, DYS395, dan SRY. Hasil penelitian diharapkan membantu menelusuri asal-usul masyarakat Pande di Desa Sumita dan bermanfaat dalam penelitian-penelitian forensik.

MATERI DAN METODE

Sampel diambil dari 50 orang pria masyarakat Pande Bangke Mawong di Desa Sumita dan 50 orang pria masyarakat Pande lainnya (selain Pande Bangke Mawong) di beberapa desa di Bali. Ekstraksi dan amplifikasi serta analisis DNA dilakukan di Laboratorium Forensik, Sains, dan Kriminologi Universitas Udayana. Penelitian dilakukan dari bulan Januari 2019 sampai dengan Juni 2019. Pengambilan sampel epitel mukosa mulut diambil dengan cara mengusapkan *cotton bud* steril pada permukaan pipi dalam tiga kali atau lebih, kemudian sampel dimasukkan pada tabung 1,5 ml yang berisi buffer lisis 500 µl (Junitha dan Sudirga, 2007).

DNA diekstraksi dengan menggunakan metode fenol-kloroform dengan modifikasi dari Junitha dan Sudirga (2007). DNA hasil isolasi diamplifikasikan pada mesin PCR (SensQuest Labcycler) dengan menggunakan lima pasang primer pada lima lokus mikrosatelit kromosom Y spesifik, yaitu: DYS19, DYS390, DYS393, DYS395, dan SRY (Junitha dan Sudirga, 2007; Kupfer *et al.*, 2008). Adapun campuran untuk proses PCR adalah: 2x PCR Gotaq Green Biotechnology 6.5 µl, air steril 3,5 µl, DNA *template* 2 µl dan primer mikrosatelit 1 µl dengan volume total 13 µl (Junitha, 2007; Junitha & Sudirga, 2007; Junitha dkk., 2009; Junitha & Alit, 2011).

Elektroforesis produk PCR dilakukan pada *polyacrylamide gel electrophoresis* (PAGE) 10% selama 60 menit dengan tegangan konstan 110 volt. Visualisasi DNA gel dilakukan dengan metode pewarnaan perak nitrat (Tegelström, 1986). Penentuan ukuran alel atau panjang basa dilakukan dengan mengukur jarak migrasi pita-pita DNA pada gel dan hasil pengukuran diplot pada kertas semilog dan diproyeksikan untuk menetapkan panjang DNA hasil amplifikasi (Huthcinson, 2006). Setelah data alel atau panjang basa setiap individu diketahui maka dilakukan penyusunan haplotipe dengan mengkombinasikan alel-alel yang ditemukan pada masing-masing lokus (Junitha & Wijana, 2017). Selanjutnya dilakukan penghitungan keragaman genetik menggunakan *software* GenAlex 6.5 (Peakall dan Smouse, 2012). Sementara itu untuk mengetahui kekerabatan antarindividu dilakukan dengan menskor fragmen DNA dan dianalisis dengan metode UPGMA (*Unweight Pair-group Method Using Arithmetic Averages*) menggunakan *software* MEGA 7 (Poerba & Martanti, 2008).

HASIL

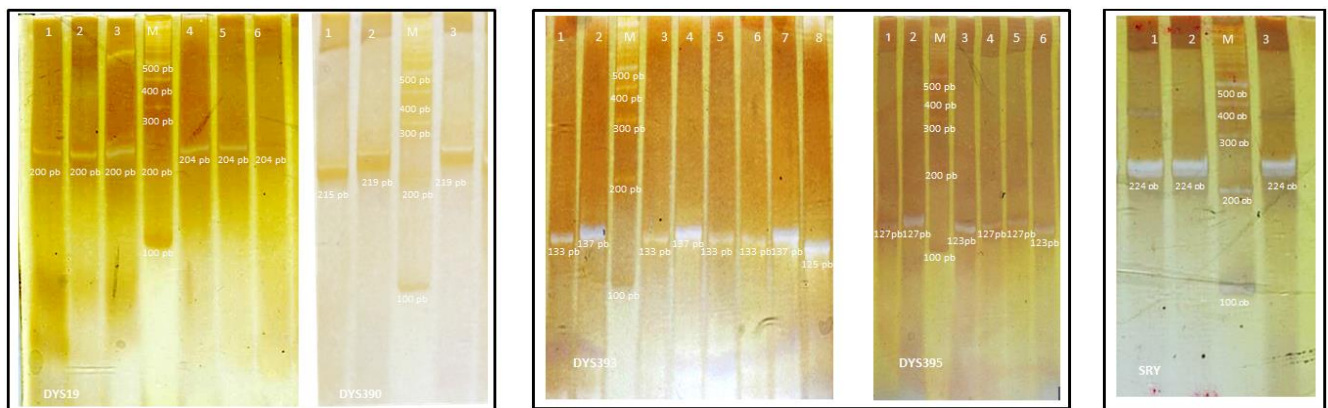
Dari 50 sampel yang didapatkan pada masyarakat Pande Bangke Mawong di Desa Sumita hanya 33 sampel yang berhasil diamplifikasi dan ditemukan delapan ragam alel dan tiga ragam haplotipe. Sementara pada

masyarakat Pande lainnya ditemukan 12 ragam alel dari 17 sampel yang berhasil diamplifikasi. Ragam alel dan haplotipe tersebut didapatkan dengan menggunakan lima lokus DNA mikrosatelit yaitu lokus DYS19, DYS390,

DYS393, DYS395, dan SRY (Tabel 1 dan Gambar 1). Keragaman genetik yang ditemukan tersebut lebih lanjut dapat digunakan untuk melihat kekerabatan masyarakat Pande di Desa Sumita dengan masyarakat Pande lainnya di Bali.

Tabel 1. Alel dan Frekuensinya pada Lokus DYS19, DYS390, DYS393, DYS395, dan SRY

Lokus	Alel	Frekuensi	
		Pande Sumita	Pande Lainnya
DYS19	200	0,970	0,588
	204	0,030	0,412
DYS390	<i>Null Allele</i>	0,000	0,059
	215	0,030	0,529
	219	0,970	0,412
DYS393	<i>Null Allele</i>	0,000	0,059
	125	0,000	0,118
	133	0,000	0,412
	137	1,000	0,412
DYS395	123	0,030	0,412
	127	0,970	0,588
SRY	224	1,000	1,000



Gambar 1. Elektroforegram alel-alel yang ditemukan pada lokus DYS19, DYS390, DYS393, DYS395, dan SRY (M: DNA ladder 100 pb; lajur di kanan-kiri M adalah sampel; angka-angka menunjukkan ukuran alel (pb))

Dari ragam alel pada masing-masing lokus yang telah diketahui dilakukan penyusunan haplotipe. Pada masyarakat Pande Bangke Mawong di Desa Sumita ditemukan sebanyak tiga haplotipe yaitu haplotipe A, B, dan C, sedangkan pada masyarakat Pande lainnya didapatkan sebanyak enam ragam haplotipe yaitu haplotipe D, E, F, G, H, dan I (Tabel 2).

Berdasarkan ragam alel yang ditemukan pada masyarakat Pande Bangke Mawong di Desa Sumita maka dilakukan perhitungan nilai keragaman genetik menggunakan *software* GenAlex 6.5. Hasil perhitungan menunjukkan nilai keragaman genetik masyarakat Pande Bangke Mawong di Desa Sumita sebesar $0,035 \pm 0,014$. Sementara itu pada populasi

pembandingan masyarakat Pande lainnya nilai keragaman genetiknya sebesar $0,432 \pm 0,112$ (Tabel 3).

Selain itu untuk mengetahui hubungan kekerabatan antara masyarakat Pande Bangke

Mawong di Desa Sumita dengan populasi masyarakat Pande lainnya di beberapa desa di Bali maka dilakukan analisis filogenetik dengan menggunakan *software* Mega 7 (Gambar 2).

Tabel 2. Macam haplotipe, kombinasi alel, jumlah individu, dan frekuensinya pada masyarakat Pande di Desa Sumita dan Pande lainnya berdasarkan lokus DYS19, DYS390, DYS393, DYS395, dan SRY

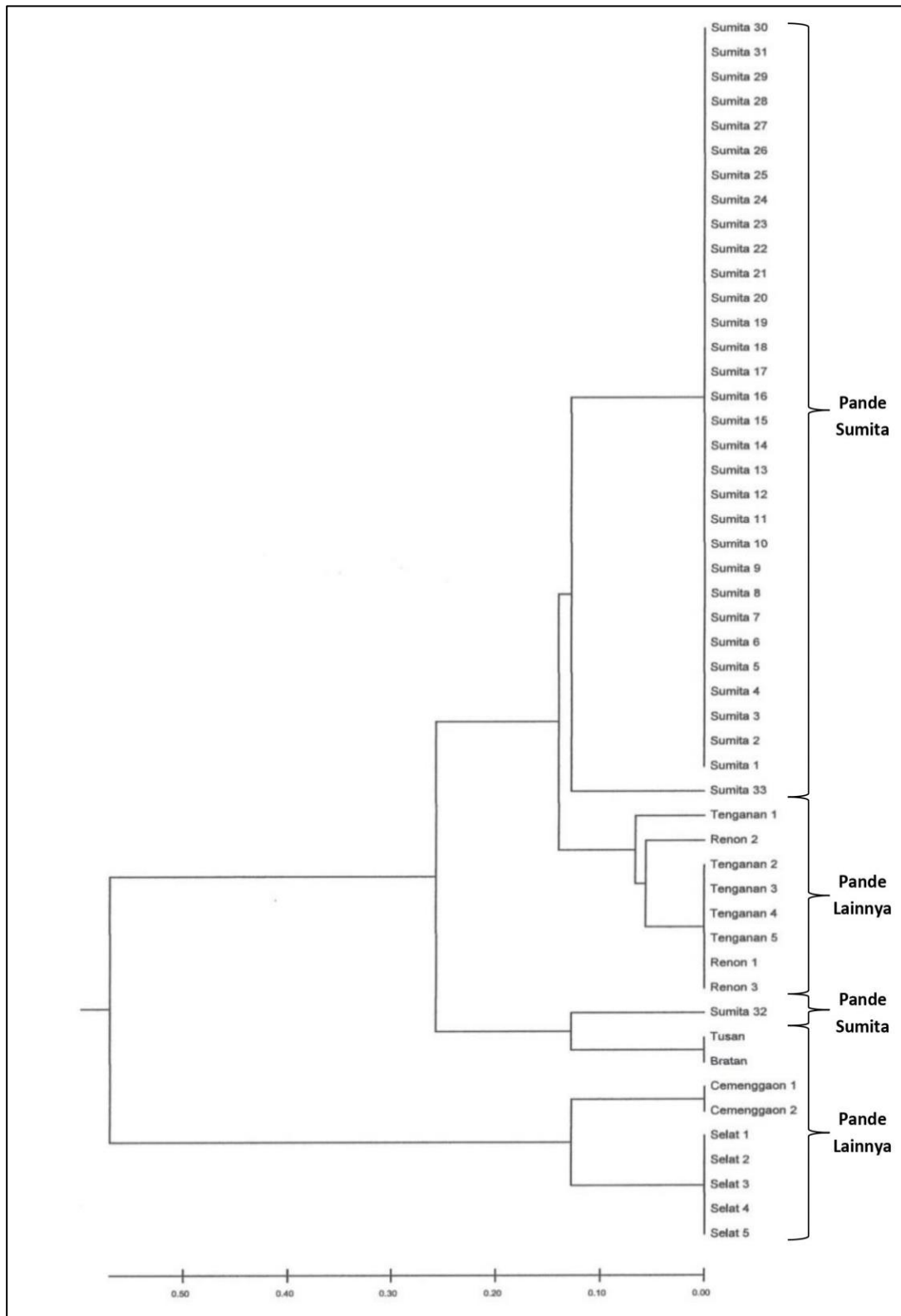
Haplotipe	Kombinasi Alel					Jumlah Individu		Frekuensi	
						PS	PL	PS	PL
A	200	219	137	127	224	31	0	0,93	0,00
B	204	219	137	127	224	1	0	0,03	0,00
C	200	215	137	123	224	1	0	0,03	0,00
D	204	215	125	123	224	0	2	0,00	0,12
E	204	215	137	123	224	0	5	0,00	0,25
F	200	215	133	127	224	0	2	0,00	0,12
G	200	219	133	127	224	0	6	0,00	0,36
H	200	NA	133	127	224	0	1	0,00	0,06
I	200	219	NA	127	224	0	1	0,00	0,06

Keterangan: PS (Pande Sumita), PL (Pande Lainnya), NA (*Null Allele*)

Tabel 3. Keragaman genetik masyarakat Pande di Desa Sumita dan Pande lainnya berdasarkan lokus DYS19, DYS390, DYS393, DYS395, dan SRY

Populasi	Lokus	N	Na	Ne	I	h	uh
Pande Sumita	DYS19	33	2	1,062	0,136	0,059	0,061
	DYS390	33	2	1,062	0,136	0,059	0,061
	DYS393	33	1	1,000	0,000	0,000	0,000
	DYS395	33	2	1,062	0,136	0,059	0,061
	SRY	33	1	1,000	0,000	0,000	0,000
	Rataan	33	1,6	1,037	0,081	0,035	0,036
SE	0	0,245	0,015	0,033	0,014	0,015	
Pande Lainnya	DYS19	17	2	1,940	0,677	0,484	0,515
	DYS390	17	3	2,206	0,869	0,547	0,581
	DYS393	17	4	2,806	1,149	0,644	0,684
	DYS395	17	2	1,940	0,677	0,484	0,515
	SRY	17	1	1,000	0,000	0,000	0,000
	Rataan	17	2,4	1,978	0,675	0,432	0,459
SE	0	0,510	0,291	1,189	0,112	0,119	

Keterangan: N (jumlah sampel), Na (jumlah alel), Ne (jumlah alel efektif), I (*information index*), h (keragaman genetik), uh (*unbiased diversity*), SE (*standard error*)



Gambar 2. Hubungan kekerabatan masyarakat Pande di Desa Sumita dengan masyarakat Pande lainnya di Bali

PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini tidak semua sampel yang diambil berhasil diamplifikasi. Pada masyarakat Pande di Desa Sumita dari total 50 sampel yang

diambil hanya 33 sampel yang berhasil diamplifikasi. Selebihnya 17 sampel tidak dapat dianalisis karena pada kelima primer yang digunakan tidak muncul pita-pita DNA. Hal yang

sama terjadi juga pada sampel masyarakat Pande lainnya. Dari total 50 sampel yang berhasil didapatkan hanya 17 sampel yang dapat digunakan untuk analisis dalam penelitian ini. Sisanya sejumlah 33 sampel tidak muncul pita-pita DNA pada kelima primer DNA mikrosatelit kromosom Y. Menurut Wening, dkk. (2016), tidak berhasilnya amplifikasi sampel DNA dapat disebabkan oleh ekstraksi DNA yang dilakukan sebelumnya kurang memadai. Penelitian genetika populasi manusia berbasis DNA mikrosatelit pada umumnya menggunakan teknik pengambilan sampel *purposive sampling* (Junitha dkk., 2017; Wulandari dkk., 2014; Septiasari dkk., 2017). *Purposive sampling* merupakan teknik pengambilan sampel di mana individu yang digunakan sebagai sampel ditentukan sesuai dengan keadaan pada populasi tersebut, sehingga representatif mewakili populasi (Korompis, 2015). Dalam penelitian ini pengambilan sampel pada masyarakat Pande Bangke Mawong di Desa Sumita dilakukan pada masing-masing kepala keluarga dan tersebar pada lima banjar yang ada di desa tersebut. Sampel sejumlah 33 individu yang berhasil dianalisis pada masyarakat Pande di Desa Sumita merupakan representasi dari kepala keluarga pada lima banjar yang ada di Desa Sumita. Demikian pula 17 sampel yang berhasil diamplifikasi pada masyarakat Pande lainnya merupakan representasi keturunan para pendiri utama desa-desa yang diteliti.

Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi genetik (alel) pada populasi masyarakat Pande Bangke Mawong di Desa Sumita. Ditemukan delapan alel DNA mikrosatelit pada lima lokus yang diuji. Ditemukannya delapan alel pada lima lokus yang diuji tersebut menunjukkan terjadinya proses evolusi (mikroevolusi) pada populasi masyarakat Pande di Desa Sumita yaitu perubahan frekuensi alel dalam skala kecil (genetik). Adanya peristiwa mutasi gen menyebabkan terjadinya proses evolusi pada populasi masyarakat Pande di Desa Sumita. Mutasi genetik tersebut diketahui menjadi salah satu penyebab populasi di alam tidak akan pernah mengalami keadaan keseimbangan genetik (Starr dkk., 2009).

Penelitian masyarakat Pande Bangke Mawong di Desa Sumita dengan penanda DNA mikrosatelit kromosom Y pada lokus DYS19, DYS390, DYS393, dan SRY menghasilkan delapan alel pada kelima lokus yang diuji tersebut. Pada lokus DYS19 ditemukan alel 200 pb dan 204 pb, pada lokus DYS390 ditemukan alel 215 pb dan 219 pb, pada lokus DYS393 ditemukan alel 133 pb, dan alel 137, pada lokus DYS395 ditemukan alel 123 pb dan 127 pb. Sementara itu pada lokus SRY ditemukan alel 224 pb. Ragam alel yang ditemukan pada masing-masing lokus tersebut dapat mengisyaratkan asal-usul masyarakat Pande di Desa Sumita sebagai bagian dari masyarakat Bali dan masyarakat Nusantara pada umumnya (Wulandari, dkk., 2014; Junitha & Wijana, 2017; Mahardika, dkk., 2016).

Alel 200 pb (DYS19), 219 pb (DYS390), 137 pb (DYS393), 127 pb (DYS395), dan 224 pb (SRY) merupakan alel-alel yang ditemukan dominan pada masing-masing lokus yang diuji. Alel 200 pb (DYS19) merupakan alel yang umum ditemukan pada masyarakat Bali dan dunia (Junitha, 2004; 2007; Junitha dkk., 2009; Parra *et al.*, 1999). Sementara alel 219 pb (lokus DYS390) merupakan alel yang juga ditemukan pada masyarakat Asia Tenggara (Thailand) sampai masyarakat kepulauan Pasifik (Polinesia & Maori) (Foster *et al.*, 1998; Parra *et al.*, 1999; Underhill *et al.*, 2001). Alel 137 pb (DYS393) merupakan alel yang juga umum ditemukan pada masyarakat Pulau Jawa (Junitha, 2004). Sama seperti alel 137 pb pada lokus DYS393, alel 127 pb pada lokus DYS395 juga umum ditemukan pada masyarakat Jawa (Parra *et al.*, 1999). Hal ini menunjukkan adanya hubungan masyarakat Pande Bangke Mawong dengan masyarakat di Pulau Jawa. Sementara pada lokus SRY alel 224 pb merupakan satu-satunya alel yang ditemukan pada masyarakat Pande Bangke Mawong. Alel 224 pb merupakan alel yang juga ditemukan pada masyarakat Amerika pada lokus SRY (Kupfer *et al.*, 2008).

Perbandingan ragam alel dan haplotipe masyarakat Pande di Desa Sumita dengan masyarakat Pande lainnya menunjukkan

hubungan kekerabatan masyarakat Pande di Desa Sumita paling dekat dengan masyarakat Pande di Desa Tenganan Pegringsingan dan Desa Renon. Sementara hubungan kekerabatan terjauh dengan masyarakat Pande di Desa Cemenggaon dan Desa Selat. Desa Tenganan Pegringsingan dan Desa Renon diketahui merupakan salah satu desa tua di Bali, namun demikian Desa Selat dan Desa Cemenggaon diketahui memiliki tradisi kuno di mana pada upacara penguburan wajah jenazah akan dihadapkan pada tanah (Covarrubias, 2013; Made Ratana, Kom.Pri., 2018; Made Sukerti, Kom.Pri., 2018).

Hasil penelitian menunjukkan nilai keragaman genetik masyarakat Pande Bangke Mawong di Desa Sumita sangat rendah dengan nilai keragaman $0,035 \pm 0,014$. Sementara itu nilai keragaman genetik pada populasi pembanding, masyarakat Pande lainnya di Bali menunjukkan nilai keragaman genetiknya lebih tinggi yaitu $0,432 \pm 0,112$. Rendahnya keragaman genetik pada masyarakat Pande di Desa Sumita tersebut dapat menunjukkan usia terbentuknya populasi. Semakin beragam nilai keragaman genetik suatu populasi maka semakin lama pula usia terbentuknya populasi tersebut (Campbell & Tishkoff, 2008).

Rendahnya nilai keragaman genetik pada masyarakat Pande di Desa Sumita disebabkan oleh sedikitnya ragam alel yang ditemukan pada masing-masing lokus. Rendahnya ragam alel yang ditemukan pada masyarakat Pande di Desa Sumita tersebut disebabkan karena sedikitnya mutasi yang terjadi. Sedikitnya mutasi disebabkan karena sedikitnya jumlah populasi masyarakat Pande di Desa Sumita. Semakin banyak jumlah individu dalam populasi maka akan semakin besar peluang terjadinya mutasi yang pada akhirnya meningkatkan jumlah alel pada populasi tersebut. Rendahnya keragaman genetik masyarakat Pande di Desa Sumita juga dapat menunjukkan bahwa populasi tersebut belum cukup lama terbentuk. Semakin lama suatu populasi terbentuk maka akan semakin tinggi pula peluang terjadinya mutasi yang akan menambah jumlah alel pada populasi tersebut (Campbell & Tishkoff, 2008; Junitha dkk., 2012).

Sementara itu pada populasi pembanding masyarakat Pande lainnya di Bali nilai keragaman genetiknya lebih tinggi dibandingkan dengan nilai keragaman genetik pada masyarakat Pande di Desa Sumita. Tingginya nilai keragaman genetik pada masyarakat Pande lainnya tersebut disebabkan karena lebih beragamnya alel yang ditemukan pada setiap lokus yang diuji. Sebaran frekuensi alel pada masing-masing lokus tersebut juga menunjukkan frekuensi yang cukup merata. Ditemukannya alel yang lebih beragam dan sebaran frekuensi yang lebih merata pada populasi Pande lainnya dibandingkan dengan populasi masyarakat Pande di Desa Sumita disebabkan karena sampel Pande lainnya diambil dari beberapa populasi Pande di berbagai lokasi/desa di Bali. Masyarakat Pande di Bali tersebar di seluruh wilayah Bali, dan setiap populasi tersebut kemungkinan memiliki lungkang gen (*gene pool*) yang berbeda (Junitha & Wijana, 2017; Tishkoff & Williams, 2002).

SIMPULAN

Pada masyarakat Pande Bangke Mawong di Desa Sumita, Kabupaten Gianyar, Bali ditemukan delapan ragam alel dan tiga ragam haplotipe. Alel yang ditemukan meliputi alel 200 pb dan 204 pb (lokus DYS19), alel 219 pb dan alel 215 pb (lokus DYS390), alel 137 pb (lokus DYS393), alel 127 pb dan alel 123 pb (lokus DYS395) dan alel 224 pb (lokus SRY). Sementara haplotipe yang ditemukan meliputi haplotipe A (alel 200, 219, 137, 127, 224 pb), haplotipe B (alel 204, 219, 137, 127, 224 pb), dan haplotipe C (alel 200, 215, 137, 123, 224 pb). Nilai keragaman genetik masyarakat Pande Bangke Mawong di Desa Sumita, Kabupaten Gianyar, Bali sangat rendah yaitu sebesar $0,035 \pm 0,014$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada seluruh masyarakat Pande yang bersedia menjadi sampel dalam penelitian ini, baik di Desa Sumita maupun desa-desa lainnya. Terima kasih juga kami ucapkan kepada Kepala UPT Laboratorium

Forensik, Sains, dan Kriminologi, Universitas Udayana atas izin penggunaan laboratorium.

KEPUSTAKAAN

- Butler E, Li R. 2014. Genetic Marker for Sex Identification in Forensic DNA Analysis. *Journal of Forensic Investigation* **2(3)**: 1-10.
- Campbell MC, Tishkoff SA. 2008. African Genetic Diversity: Implications for Human Demographic History, Modern Human Origins, and Complex Disease Mapping. *Annual Review of Genomics and Human Genetics* **9(1)**: 403–433.
- Covarrubias M. 2013. *Pulau Bali Temuan yang Menakutkan*. Udayana University Press: Denpasar.
- Darmada NW, Utama MG. 2001. *Asal Usul Warga Pande di Bali*. CV Bali Media: Denpasar.
- Foster P, Kayser M, Meyer E, Roewer L, Pfeiffer H, Benkmann H, Brinkmann B. 1998. Phylogenetic Resolution of Complex Mutational Features at Y-STR DYS390 in Aboriginal Australians and Papuans. *Molecular Biology Evolution* **15(9)**: 1108-1114.
- Guermonprez JF. 2012. *Soroh Pande di Bali: Pembentukan Kasta dan Nilai Gelar*. Alih Bahasa Paturusi SA dan Widyastuti. Udayana University Press: Denpasar.
- Huthcinson F. 2006. DNA Band Size Semi-log Plotting. *Science Education Partnership Cancer Research Center*. (serial online). [cited 2018 Sep. 25]. Available from: URL: <https://libguides.fredhutch.org/SEP>
- Junitha IK. 2004. *Keragaman Genetik Masyarakat di Desa-desa Bali Aga Berdasarkan Analisis DNA dan Sidik Jari (disertasi)*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Junitha IK. 2007. Penggunaan DNA Mikrosatelit untuk Penelusuran Kawitan pada Soroh-soroh Masyarakat Bali (Suatu Kajian Pustaka). *Jurnal Biologi* **11(2)**: 50-54.
- Junitha IK, Sudirga SK. 2007. Variasi DNA Mikrosatelit Kromosom Y pada Masyarakat Bali Mula Terunyan. *HAYATI Journal of Bioscience* **14(2)**: 59-64.
- Junitha IK, Sudirga SK, Wijana MS. 2009. Variasi Genetik DNA Mikrosatelit Kromosom –Y Soroh Pasek Kayu Selem di Bali. *Hayati Journal of Biological Researchers* **3A(1)**: 39-43.
- Junitha IK, Alit IB. 2011. Ragam Alel Mikrosatellite DNA Autosom pada Masyarakat Bali Aga Desa Sembiran Kabupaten Buleleng Bali. *Jurnal Biota* **16(1)**: 63-39.
- Junitha IK, Pharmawati M, Rosiana W. 2012. Genetic Diversity of Soroh Celagi (Pasek Catur Sanak Clan) Based on Y Chromosomal Microsatellite DNA. Poster Presentation on "4th International Conferences on Bioscience and Biotechnology, Denpasar, Bali" 21st – 23rd September 2012. Proceedings, ISBN: 978-602-7776-48-7:239-243.
- Junitha IK, Watiniasih NL. 2014. Male Genetic Diversity of Siwa Brahmin Clan in Bali Based on –Y Chromosomal Microsatellite DNA. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* **4(1)**: 30-35.
- Junitha IK, Wijana MS. 2017. Identifikasi Alel dan Kekuatan Pembeda Empat Lokus DNA Mikrosatelit Kromosom –Y pada Masyarakat Klan Pande di Bali untuk Kepentingan Forensik. *Indonesian Journal of Legal and Forensic Science* **7**: 1-8.
- Junitha IK, Watiniasih NL, Puspitha NLPR. 2017. Profil Genetika DNA Mikrosatelit Kromosom –Y Masyarakat Laki-laki Soroh Kayuan Pasek Catur Sanak Bali Mula. *Jurnal Kajian Bali* **7(1)**: 57-66.
- Korompis GC. 2015. *Biostatistika untuk Keperawatan*. Penerbit Buku Kedokteran EGC: Jakarta.
- Kupfer DM, Jenkins M, Burian D, Canfield DV. 2008. *Use of Alternative Primers for Gender Discrimination in Human Forensic Genotyping*. Office of Aerospace Medicine Federal Aviation Administration: Washington.

- Mahardika IW, Junitha IK, Narayani I. 2016. Identitas Genetik Keturunan Soroh Pande di Kecamatan Seririt, Buleleng Berdasarkan DNA Mikrosatelit kromosom Y. *Indonesian Journal of Legal and Forensic Sciences* **3(2)**: 23-31.
- Parra E, Shriver MD, Soemantri A, McGarvey ST, Hundrieser J, Saha N, Deka R. 1999. Analysis of Five Y-Specific Microsatellite Loci in Asian and Pasific Populations. *Journal Anthropology* **110(1)**: 1-16.
- Peakall R, Smouse PE. 2012. GenAIEx 6.5: Genetic Analysis in Excel. Population Genetic Software for Teaching and Research - an Update. *Bioinformatics* **28(19)**: 2537-2539.
- Poerba YS, Martanti D. 2008. Keragaman Genetik Berdasarkan Marka *Random Amplified Polymorphic DNA* pada *Amorphophallus muelleri* Blume di Jawa. *Biodiversitas* **9(4)**: 245-249.
- Sanderson SK. 2011. *Makrososiologi Sebuah Pendekatan terhadap Realitas Sosiologi*. PT Rajagrafindo Persada: Jakarta.
- Septiasari NPS, Junitha IK, Wirasiti NN. 2017. Ragam Alel DNA Mitokondria Masyarakat Soroh Pande di Bali dengan Metode PCR-RFLP. *Jurnal Metamorfosa* **4(2)**: 210-217.
- Starr C, Taggart R, Evers C, Starr L. 2009. *Biologi Kesatuan dan Keragaman Makhluk Hidup*. Edisi 12 Buku 1. Salemba Teknika: Jakarta.
- Tegelström H. 1986. Mitochondrial DNA in Natural Population: An Improved Routine for Screening of Genetic Variation Based on Sensitive Silver Staining. *Journal Electrophoresis* **7**: 226-229.
- Tishkoff SA, Williams SM. 2002. Genetic Analysis of African Populations: Human Evolution and Complex Disease. *Nature Review Genetics* **3(8)**: 611-621.
- Underhill PA, Passarino G, Lin AA, Marzuki S, Oefner PJ, Cavalli-Sforza LL, Chambers GK. 2001. Maori Origins, Y-Chromosome Haplotypes and Implications for Human History in the Pacific. *Human Mutation* **17(4)**: 271-280.
- Wening S, Prasetyo AE, Rozziansha TAP, Susanto A. 2016. Optimasi Protokol Ekstraksi DNA *Elaeidobius kamerunicus*. *J. Pen. Kelapa Sawit* **24(2)**: 77-86.
- Wulandari NPP, Junitha IK, Wirasiti NN. 2014. Penelitian Pendahuluan Variasi Genetik Masyarakat Soroh Pande Berdasarkan Penanda DNA Mikrosatelit Kromosom Y: Masyarakat Soroh Pande Desa Abiansemal, Badung. *Jurnal Biologi* **18(1)**: 5-9.