

IDENTITAS GENETIK Keturunan *SOROH* PANDE DI KECAMATAN SERIRIT, BULELENG BERDASARKAN DNA MIKROSATELIT KROMOSOM Y

I Wayan Arya Mahardika, I Ketut Junitha, Inna Narayani

Jurusan Biologi F. MIPA Universitas Udayana

Email : asuga40@gmail.com

ABSTRACT

The Balinese clans embraced patrilineal system. They divided into groups of *soroh* or clans which means respect for ancestors. Pandeclan is a unique *soroh* which comes from ancestors who have expertise in *memande*. The genetic identity of this clan in Bali is unknown. Therefore the aim of this study is to find out the genetic identity from the varieties of allelic diversity which found on Pande community inside and outside Seririt using microsatellite DNA analysis of Y chromosome, namely DYS19, DYS390, DYS393, and DYS395. Results of this study have found that in Pande clan there are 21 varieties of allelic diversity and 25 haplotypes with the average heterozygosity of four loci is 0.72 ± 0.03 . The dendrogram indicates that Pande clan from district of Seririt did not cluster based on its *dadia*.

Keywords: *Pande clan, DNA Microsatellite, District of Seririt.*

Pendahuluan

Masyarakat Bali dikenal memiliki adat istiadat dan budayanya yang kuat serta beragam kelompok masyarakatnya yang dibedakan berdasarkan garis keturunan laki-laki (sistem patrilineal/*Purusa*) yang disebut sebagai *soroh* atau klan [1]. Masing-masing *soroh* mempunyai satu *kawitan* yang didalamnya terdiri dari beberapa Pura *Dadia*. *Kawitan* berarti asal mula seseorang dari garis keturunan laki-laki. *Dadia* merupakan kumpulan dari beberapa *purusa* yang memiliki hubungan kekerabatan. Klan atau *soroh* di Bali diantaranya *soroh* Arya, Pasek, Bhujangga Waisnawa, Brahmana Siwa, Brahmana Budha, dan Pande.

Masyarakat *soroh* Pande di Seririt menurut I Nyoman Diksa dari Desa Kalisade, seorang sejarawan *soroh* Pande (Komunikasi Pribadi, 2016) berasal dari Danau Beratan-Tamblingan yang lari akibat diserang pasukan Majapahit, selain itu *soroh* Pande yang lari ketika diserang masyarakat Batur dan tinggal di Seririt. Masyarakat *soroh* Pande juga berasal dari luar Kabupaten Buleleng seperti Kabupaten Karangasem, Gianyar dan Klungkung. Mereka bertujuan mencari

pekerjaan, mencari tempat tinggal yang lebih luas di Buleleng, dan ada juga yang datang sebagai pengungsi dari peperangan kerajaan Gelgel dengan Gianyar.

Dahulu masyarakat menggunakan metode tradisional seperti dukun atau paranormal untuk mengetahui identitas *sorohnya*. Dewasa ini metode modern dikembangkan untuk analisis DNA dalam penelusuran *soroh* dan *kawitan* menggunakan DNA mikrosatelit [1] dan untuk mengetahui variasi genetik masyarakat *soroh* Pande di Desa Abiansema [2]. Jika dihubungkan dalam penelusuran *soroh* seseorang, metode modern dapat lebih efektif karena setiap orang atau kelompok dapat mempunyai DNA yang berbeda. Pencarian hubungan kekerabatan menggunakan DNA mikrosatelit dikatakan sangat akurat karena kecepatan mutasi yang tinggi berkisar antara $0-8 \times 10^{-3}$ [3] atau 0,01-0,00001/lokus/gamet/generasi [4]. Serta keunikan pada jumlah pengulangan urutan basa nukleotida berbeda-beda antar individu [5].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui

identitas/profil DNA masyarakat *soroh* Pande di Kecamatan Seririt, Buleleng. Identitas DNA tersebut dapat digunakan untuk membantu mencari *soroh* seseorang serta menambah *data base* untuk kepentingan Forensik.

Bahan dan Metode

Sampel adalah sel epitel mukosa mulut dari permukaan dalam pipi yang diambil dengan mengusapkan *cotton bud* steril dari 26 orang laki-laki *soroh* Pande yaitu 15 orang dari Kecamatan Seririt dan 11 orang dari luar Seririt pada bulan Desember 2015 sampai Maret 2016 (tabel 1). Hapusan mukosa mulut langsung dimasukkan ke dalam tabung 1.5 ml yang telah diberi larutan pelisis sel (buffer lisis) sebanyak 500 μ L [6]. Sampel diekstraksi dengan metode fenol klorofom yang diamplifikasi di mesin PCR dengan menggunakan empat lokus yaitu *DYS19*, *DYS390*, *DYS393* dan *DYS395* pada Suhu 52 C⁰. Hasil amplifikasi (amplikon) lalu dielektroforesis pada *gelpolyakrilamid* (PAGE) 10% yang mempunyai ukuran pori-pori 2,6 nm [7] volume 7 mL selama 60 menit dengan tegangan 160 volt. Dilanjutkan dengan pewarnaan perak yang mampu

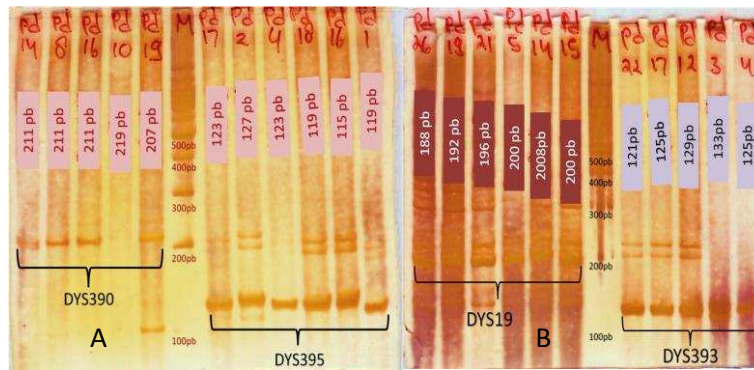
menunjukkan jumlah DNA hingga 0,02 mikrogram [8]. Migrasi amplikon diukur jarak dan diplot pada kertas semilog dalam satuan mm [9]. Keragaman genetik dihitung menggunakan rumus Parra *et al.* (1999) yaitu: $D = \frac{n(1 - \sum p_i^2)}{n-1}$, Keterangan: *D* = Diversitas, *p* = Frekuensi masing-masing alel, *n* = Jumlah sampel.

Hasil dan Pembahasan

Kecamatan Seririt merupakan salah satu tempat penyebaran masyarakat Pande yang berasal dari danau Beratan-Tamblingan. Hasil wawancara dan penelitian pendahuluan didapatkan masyarakat *soroh* Pande di Seririt tidak semuanya berasal dari danau Beratan-Tamblingan melainkan dari luar Buleleng. Hasil dari analisis 26 sampel *soroh* Pande (tabel 2) tidak semua sampel yang diperoleh berhasil teramplifikasi. Jumlah ragam alel hasil amplifikasi keempat lokus kromosom Y pada semua sampel didapat sebanyak 21 ragam alel (tabel 2) dan hasil visualisasi alel ini untuk keempat lokus (gambar 1).

Tabel 1 . Data asal dan jumlah probandus

No.	Desa di Seririt	Jumlah probandus (orang)	Desa di Luar Seririt	Jumlah probandus (orang)
1.	Kalisada	1	Brongbong	1
2.	Banjar Dinas, Yehyanakan	1	Banjar (Banjar Dinas Munduk)	2
3.	Patemon	3	Beratan (Samayaji)	1
4.	Ularan	1	Penglatan (turunan mangku, tamblingan)	1
5.	Bubunan	2	Sawan	1
6.	Gunung sari	6	Jagaraga	1
7.	Sulanyah	1	Bulian	2
8.	-	-	Tejakula	2
	Jumlah	15		11



Gambar 1. Hasil elektroforesis pada Page 10% DYS390 dan DYS395 (A), DYS19 dan DYS393 (B)

Tabel 2. Data frekuensi dan jumlah alel kromosom Y pada *soroh* Pande Seririt dan luar Seririt

Lokus	Alel (pb)	jumlah alel	Frekuensi
DYS19	188	3	0,12
	192	4	0,15
	196	8	0,31
	200	9	0,35
	208	1	0,04
	<i>null-allele</i>		1
DYS390	207	5	0,19
	211	10	0,38
	215	8	0,31
	219	1	0,04
	<i>null-allele</i>		2
DYS393	121	6	0,23
	125	11	0,42
	129	5	0,19
	133	3	0,12
	<i>null-allele</i>		1
DYS395	111	1	0,04
	115	1	0,04
	119	8	0,31
	123	11	0,42
	127	5	0,19

Keterangan : pb = panjang basa

Tabel 3 dan tabel 4 berikut ini menunjukkan nilai keragaman genetik tertinggi pada lokus DYS19 yaitu $0,75 \pm 0,03$ dan terendah pada lokus DYS395 adalah $0,69 \pm 0,03$ dan

Kombinasi alel pada *soroh* Pande di Kecamatan Seririt dan luar Seririt sebanyak 25 haplotipe (A-Y).

Tabel 3. Nilai Keragaman Genetik pada masyarakat *soroh* Pande Di Kecamatan Seririt dan luar Seririt, Kabupaten Buleleng

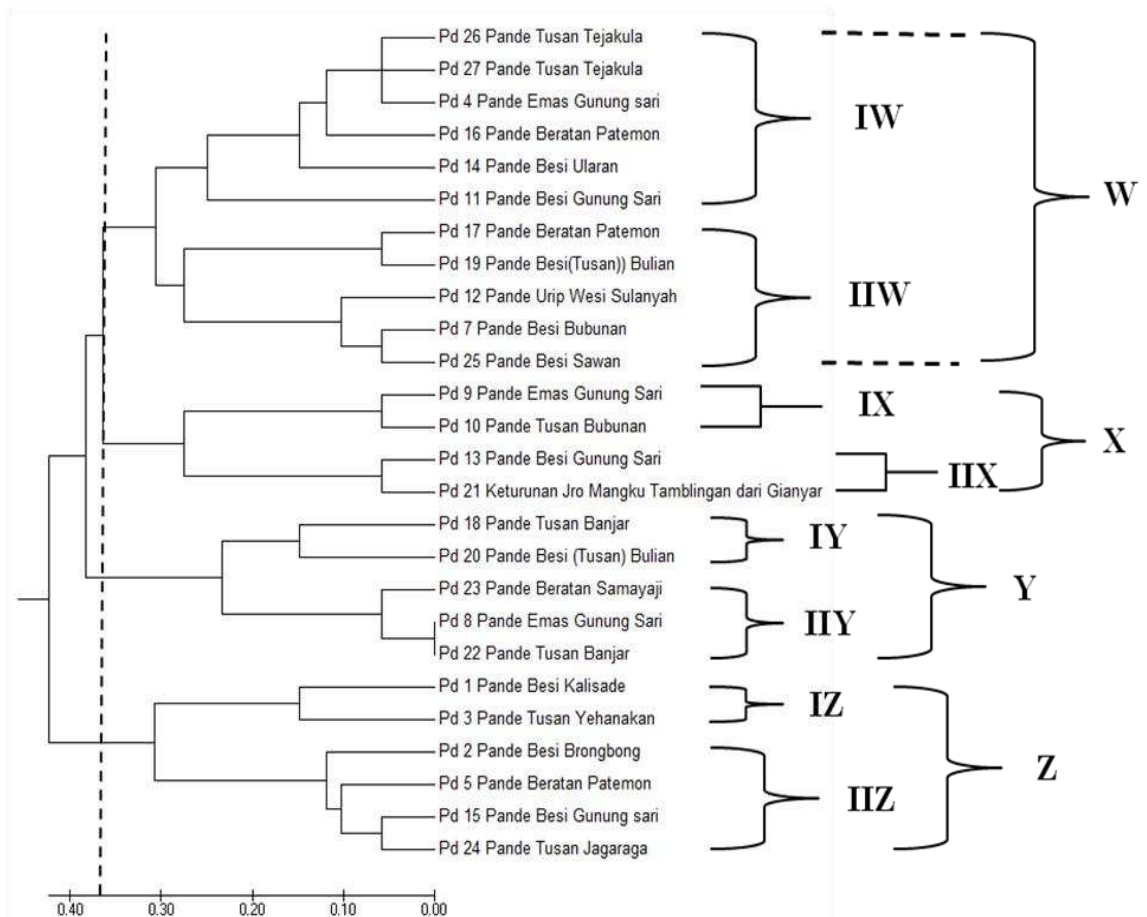
Lokus	Keragaman Genetik
DYS19	0,75± 0,03
DYS390	0,71± 0,03
DYS393	0,72± 0,04
DYS395	0,69± 0,03
Rata-rata	0,72± 0,03

Tabel 4. Haplotipe dari Kombinasi alel dan frekuensi pada masing-masing lokus kromosom Y

Kombinasi alel (pb)				Haplotipe	Jumlah individu	Frekuensi
DYS19	DYS390	DYS393	DYS395			
196	211	121	119	A	2	0,08
196	215	121	119	B	1	0,04
208	211	125	119	C	1	0,04
200	215	125	119	D	1	0,04
196	211	133	123	E	1	0,04
196	219	133	123	F	1	0,04
200	207	121	111	G	1	0,04
200	207	133	127	H	1	0,04
200	211	125	123	I	1	0,04
188	207	121	119	J	1	0,04
188	215	121	123	K	1	0,04
200	215	125	123	L	1	0,04
196	215	129	123	M	1	0,04
196	211	125	115	N	1	0,04
192	215	125	119	O	1	0,04
192	215	129	123	P	1	0,04
192	207	125	123	Q	1	0,04
192	207	125	127	R	1	0,04
200	211	129	127	S	1	0,04
200	211	129	119	T	1	0,04
188	211	125	123	U	1	0,04
196	211	125	123	V	1	0,04
200	211	<i>Null-allele</i>	127	W	1	0,04
200	<i>Null-allele</i>	129	127	X	1	0,04
<i>Null-allele</i>	<i>Null-allele</i>	125	123	Y	1	0,04

Berdasarkan data alel/profil DNA individu keempat lokus dilakukan analisis pada program Mega 7 dengan metode

UPGMA. Hasil analisis mendapatkan 4 kelompok besar (W, X, Y dan Z) dan memiliki subkelompok didalamnya (I dan II).



Gambar 2. Dendrogram sampel hubungan kekerabatan masyarakat *soroh* pande di Kecamatan seririt dan luar Seririt dengan metode UPGMA.

Ket: Skala/angka pada dendrogram menunjukkan hubungan kekerabatan (sumbu x),
 Pd: Pande, huruf (W, X, Y, Z): kelompok; angka (I, II): subkelompok

Frekuensi alel keempat lokus kromosom Y : DYS19, DYS390, DYS393 dan DYS395 (tabel 2) bervariasi karena adanya alel yang lebih banyak ataupun sedikit disetiap lokus [6]. Hal tersebut juga ditemukan dalam penelitian ini dari semua sampel (26 sampel) DNA *soroh* Pande di Kecamatan Seririt dan luar seririt terdapat sampel DNA yang tidak teramplifikasi adalah pada lokus DYS19 (Pd 11), DYS390 (Pd 5 dan Pd 11), dan DYS393(Pd 2). Tidak teramplifikasinya DNA pada satu lokus atau lebih tapi pada lokus lainnya teramplifikasi sehingga disebut *Null allele*. *Null allele* terjadi akibat mutasi pada daerah pengait mikrosatelit sisi *annealing*

sehingga tidak menghasilkan amplicon [10]. Jika sampel diyakini *null allele* walaupun dilakukan pengulangan pada DNA amplicon beberapa kali tetap tidak akan tampak pita DNA. Faktor lainnya dapat juga karena kegagalan ekstraksi DNA karena rendahnya kualitas dan kuantitas DNA *template* [11].

Alel pada lokus DYS19 beragam seperti alel188 pb, 192 pb, 196 pb, 200 pb, 208 pb dan *null allele*, yang didominasi alel 200 pb yang umum pada masyarakat dunia maupun masyarakat Bali [1], [12], [13], [14], [15],[2]. Menurut Wikarman (1994) leluhur masyarakat bali berasal dari keturunan orang-orang Austronesia sehingga alel 200 pb

banyak terdapat pada masyarakat Bali. Alel ini banyak terdapat pada populasi masyarakat Afrika, Asia, dan Oseanik [16] juga tersebar didunia [17],[18]. Alel 188 pb terdapat pada tiga sampel berasal dari desa yang berbeda. Pd 18 dan Pd 20 dari kombinasi haplotipe tersebut dilakukan analisis menggunakan mega 7 terlihat keduanya memiliki hubungan kekerabatan yang sangat dekat (gambar 2), jika dibandingkan Pd 18 dengan sampel Pd 22 yang masih satu *dadia*. Menurut Garga ketua *dadiasoroh* Pande Banjar (Komunikasi Pribadi, 2016) dalam *dadianya* tersebut terdapat empat *purusa* terdiri dari tiga *purusa* dalam satu garis keturunan dan satu *purusa* keturunan berbeda. Hal ini didukung dari hasil dendrogram (gambar 2) bahwa Pd 22 memang tidak satu garis keturunan *purusa* I Ketut Garga (Pd 18).

Pada lokus DYS19 ditemukan alel 192 pb yang belum ada pada masyarakat Bali lainnya dengan frekuensi 0,15. Alel 192 pb terdapat pada 4 sampel yaitu Pd 12, Pd 13, Pd 17 *soroh* Pande Seririt dan Pd 19 luar Seririt. Penelitian sebelumnya pada masyarakat Bali alel ini tidak ditemukan. Alel 196 pb ditemukan pada masyarakat *soroh* Pande di Kabupaten Buleleng dengan frekuensi 0,31. Sedangkan penelitian yang dilakukan pada masyarakat Bali Aga oleh Junitha (2004), secara umum ditemukan pada Desa Tenganan Pengringsingan *soroh* Batu Guling, Desa Sembiran dan Tri Wangsa dengan frekuensi masing-masing 0,03,0,026 dan 0,094. Alel 208 dengan frekuensi 0,04 hanya ditemukan pada masyarakat *soroh* Pande Seririt (Pd 14).

Pada lokus kedua yaitu DYS390 diperoleh empat ragam alel yaitu 207 pb, 211 pb, 215 pb dan 219 pb dengan frekuensi tertinggi 0,385 pada alel 211. Alel ini juga ditemukan pada penelitian Junitha (2004; 2007;2014) tetapi tidak terdapat pada masyarakat *soroh* Pande di Abiansemal dan Brahmana Budha [2], [15]. Alel lainnya 211 pb, 215 pb dan 219 merupakan rentang alel yang terdapat dimasyarakat Cina, Thailand, India Timur dan Aborigin Taiwan [16], [17]. Alel 215 pbditemukan pada *Soroh* Pande di Buleleng juga pada *soroh* Pande di Abiansemal [2] dengan frekuensi alel sebesar

0,91. Alel ini terdapat pada ras Amerika campuran kulit putih sebesar 54% dan hanya ditemukan pada masyarakat Cina yang terisolisasi [18], [19]. Pada penelitian ini juga ditemukan alel 219 pb yang tidak terdapatpada masyarakat Bali lainnya.

Pada lokus DYS393 ditemukan empat ragam alel antara 121 pb, 125 pb, 129 pb dan 133 pb. Alel-alel 125 pb, 129 pb dan 133 pb ditemukan oleh Junitha (2004; 2007; 2014). Kemudian alel 121 dalam penelitian ini juga didapatkan Wulandari dkk (2014) pada *soroh* Pande Abiansemal tetapi tidak terdapat pada masyarakat Bali lain yang telah diteliti. Menurut salah seorang sejarahwan *soroh* Pande I Nyoman Diksa dari Desa Kalisade Kom.pri (2016), Pande yang tersebar di Bali Berasal dari Danau Bratan (Buleleng) yang kemudian berpencar ke daerah lain menyelamatkan diri dari gempuran pasukan Majapahit (ekspedisi Gajah Mada). Hal ini juga diperkuat dalam buku “*soroh* pande di Bali” dijelaskan bahwa terdapat tiga kekuasaan yang kuat yaitu Kerajaan Buleleng, Tabanan dan Mengwi yang menggunakan senjata dari masyarakat Pande di danau Bratan dan letaknya strategis diantara tiga kekuasaan tersebut [20]. Dari kedua bukti yang didapatkan serta telah dilakukan penelitian menggunakan DNA mikrosatelit kromosom Y bahwa alel 121 pb (lokus DYS393) dan alel 115 pb (lokus DYS390) pada *soroh* Pande di Desa Abiansemal kemungkinan memiliki hubungan genetik dengan masyarakat *soroh* Pande di Buleleng.

Lima variasi ragam alel diperoleh yaitu alel 111 pb, 115 pb, 119 pb, 123 pb dan 127 pb pada lokus DYS395. Alel 123 pb merupakan alel tertinggi diikuti alel 119 pb yaitu 0,42 dan 0,31, tingginya frekuensi kedua alel ini juga terdapat pada lokus yang sama oleh Junitha, 2004. Migrasi alel masyarakat Jawa ke Bali sangat kuat terkait dengan ekspedisi Gajah Mada menaklukkan Bali yang membawa para abdi-abdi sehingga menetap di Pulau Bali. Pada masa kekuasaan Kerajaan Mataram kuno diperintahkan tiga Empu bersaudara untuk mengamankan Bali dengan membawa Pande dari Jawa [21]. Parra (1999) menemukan variasi alel orang Jawa

adalah 115 pb, 119 pb, 123 pb dan 127 pb. Untuk alel 111 pb pada lokus DYS395 hanya ditemukan pada masyarakat *soroh* Pande di Buleleng.

Nilai rata-rata keragaman genetik tertinggi diperoleh pada lokus DYS19 yaitu $0,75 \pm 0,03$ dan nilai keragaman terendah pada lokus DYS395 yaitu $0,69 \pm 0,03$. Tinggi rendahnya nilai keragaman genetik dipengaruhi oleh variasi ragam alel atau frekuensinya yang tidak merata disetiap lokus [6]. Selain itu jumlah sampel dan banyaknya alel pada suatu lokus juga dapat mempengaruhi nilai keragaman genetik. Kombinasi alel pada setiap lokus menghasilkan 25 haplotipe (A-Y) pada *soroh* Pande di Kecamatan Seririt dan luar Seririt (tabel 4). Haplotipe A merupakan hasil mutasi satu langkah (*one step mutation*) dari haplotipe B yang mengalami pengurangan basa nitrogen. Hasil haplotipe B ini bisa dikatakan mutasi lokal satu motif dari alel 215 pb menjadi 211 pb dari lokus DYS390. Pengurangan atau penambahan basa nukleotida bisa membentuk satu motif unit ulangan (tetranukleotida) [22]. Mutasi yang terjadi pada haplotipe diatas bisa dikatakan mutasi balik (*reverse*) atau mutasi mundur (*back*) yaitu suatu nukleotida mengalami perubahan yang kembali keawalnya atau mengalami kemunduran [23]. Sedangkan menurut Junitha (2004) unit ulangan basa nukleotida bisa membentuk satu sampai dua motif ulangan (tetranukleotida). Mutasi satu langkah (motif) ulangan juga terjadi pada haplotipe Q (Pd 17) dengan R (Pd 19) dan haplotipe D (Pd 7) dengan L (Pd 25), yang masing-masing berasal dari sampel dengan serta sampel. Sampel Pd 19 yang berasal dari desa Bulian dan Pd 17 berasal dari Desa Patemon.

Sampel Pd 20 sebenarnya satu desa dengan Pd 19, namun Pd 20 cenderung lebih dekat dengan Pande Tusan Banjar (Pd 18) yang merupakan satu subkelompok dengan Pande Beratan sehingga bisa dikatakan leluhur mereka dari Beratan walaupun diri mereka menyebut Pande Tusan. Sedangkan sampel Pd 7 berasal dari Klungkung yang telah menetap cukup lama di Bubunan dan Pd

25 merupakan sampel berasal dari Sawan yang *kawitannya* ada di Gelgel, Klungkung. Haplotipe keduanya menunjukkan hubungan yang dekat antara asalnya *kawitannya*. Pande yang satu desa dengan Pd 7 yaitu Pd 10 dapat dilihat sangat jauh jarak kekerabatannya karena asal Pd 10 berasal dari Karangasem yang menetap di Desa Bubunan, Seririt.

Mutasi dua motif ulangan yaitu haplotipe E dengan F dan haplotipe S dengan T. Keempat haplotipe tersebut dari Pd 9 (E) dan Pd 15 (S) yang sampelnya berasal dari Gunung Sari, Pd 10 (F) berasal dari Budha Keling yang menetap di Bubunan (sudah lama) dan Pd 24 (T) dari Desa Jagaraga yang asalnya tidak ada hubungan kekerabatan. Perubahan dua motif dari alel 211 pb menjadi alel 219 pb serta alel 127 pb menjadi alel 119 (table 4) kemungkinan adanya mutasi lokal dua motif ulangan (tetranukleotida) pada lokus DYS390 dan DYS395 (Junitha, 2004). Haplotipe I, U dengan V terdapat pada sampel Pd 4 dari Desa Gunung Sari serta Pd 26 dan Pd 27 berasal dari Desa Tejakula. Ketiga sampel ini mempunyai alel yang berbeda pada lokus DYS19, sedangkan ditiga lokus lainnya memiliki alel sama. Menurut Sukarata, tokoh masyarakat Pande Desa Tejakula (Komunikasi Pribadi, 2016) *soroh* Pande Desa Tejakula memiliki dua leluhur yaitu *purusa* Nyoman Sukarata yang lebih dulu datang ke Desa Tejakula dan *purusa* Gede Suarta yang datang setelahnya. Antara haplotipe U dan V memang benar bahwa Pd 27 yaitu Nyoman Sukarata dari pande yang datang duluan ke Tejakula ditunjukkan dengan perubahan dua motif dari alel 196 pb menjadi alel 188 pb pada lokus DYS19. Haplotipe I berasal dari Pd 4 Pande Emas Gunung Sari kemungkinan berasal dari Pande yang dibawa saudagar Cina menetap didaerah Tejakula kemudian pergi dari Desa Tejakula untuk mencari penghidupan baru di Desa Gunung Sari [21]. Berdasarkan hasil pengelompokan Dendrogram haplotipe I, U, dan V, kemungkinan Pd 4 berasal dari Tejakula.

Kesimpulan

Hasil yang didapatkan dari penelitian menggunakan DNA mikrosatelit kromosom Y pada lokus DYS19, DYS390, DYS393 dan DYS395, dapat disimpulkan bahwa pada masyarakat *soroh* Pande di Kecamatan Seririt ditemukan 21 ragam alel dan 25 ragam haplotipe dengan keragaman tinggi. Pengelompokan masyarakat *soroh* Pande Seririt dan luar Seririt tidak berdasarkan kesamaan *dadia* maupun tempat tinggal.

Ucapan Terima Kasih

Kepada pihak yang telah bersedia menjadi pobandus, Ketua Maha Semaya Pande, semeton Pande di Kecamatan Seririt dan luar Seririt di Kabupaten Buleleng, Laboratorium DNA dan Serologi Forensik UPT. Forensik Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran.

Daftar Pustaka

- [1] Junitha, I.K. 2007. Penggunaan DNA Mikrosatelit untuk Penelusuran Kawitan pada *Soroh-Soroh* Masyarakat Bali. *Jurnal Biologi*. XI (2) : 50-54.
- [2] Wulandari, N.P.P., I.K. Junitha dan N. Wirasiti. 2014. Penelitian Pendahuluan Variasi Genetik Masyarakat *Soroh* Pande Berdasarkan Penanda DNA Mikrosatelit Kromosom Y: Masyarakat *Soroh* Pande Desa Abiansemal, Badung. *J. Bio*. 18 (1) : 5-9.
- [3] Weber, J and C.Wong. 1993. Mutation of human short tandem repeats. *Hum Mol Genet*. 2:1123-1128.
- [4] Lehmann, T., W.A. Hawley., and F.H. Collins. 1996. An Evaluation of Evolutionary Constraints on Microsatellite Loci Using Null Alleles. *Genetics*, 144, 115-1163.
- [5] Buttler, J. M. and R. C Hill. 2012. Biology and Genetics of New Autosomal STR Loci Usefull for Forensic DNA Analysis. *Forensic Science Review*. 24(15).
- [6] Junitha, I.K. dan S.K. Sudirga. 2007. Variasi DNA Mikrosatelit Kromosom Y pada Masyarakat Bali Mula Terunyan. *Hayati Journal of Biosciences*. 14 (2) : 59-64.
- [7] Laemmli, U.K. 1970. Cleavage of Structural Proteins During The Assembly of The Head of Bacteriophage T4. *Nature*, 227, 680-685
- [8] Stryer, L. 2002. *Biokimia Edisi 4, Volume 1*. EGC. Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta.
- [9] Edvotek. 2011. Size Determination of DNA Restriction Fragments. The Biotechnology Education Company.
- [10] Dakin, E. E., and J.C. Avise. 2004. Microsatellite Null Alleles in Parentage Analysis. *Heredity*, 93, 504-509.
- [11] Gagneux, P., C. Boesch and D. S. Woodruff. 1997. Microsatellite Scoring Errors Associated with Noninvasive Genotyping Based on Nuclear DNA Amplified from Shed Hair. *Molecular Ecology*. 6: 861-868.
- [12] Damayanti, I.D.M., I.K. Junitha dan I.B.M. Suaskara. 2014. Variasi Genetik *Soroh* Brahmana Budha di Bali Berdasarkan Penanda DNA Mikrosatelit Kromosom Y. *J. Bio*. 18 (2) : 46-51.
- [13] Morar, B. 2013. An Exploration of The Origins of The Malagasy Using Genetic Polymorphisms (Thesis). University of The Witwatersrand, Johannesburg.
- [14] Ruiz-Linnares A., K. Nayar, D.B. Goldstein, J.M. Hebert, M.T. Seilstad, P.A. Underhill, A.A. Linn, M.W. Felmen and L.L. Cavali-Sforza. 1996. Geographic Clustering of Human Y Chromosome Haplotype. *Ann. Hum. Genet*. 60 : 401-408.
- [15] Hammer M.F., A.B. Spurdle, T. Karafet, M.R. Bonner, E.T. Wood, A. Novelletto, P. Malaspina, R.J. Mitchell, S. Horai, T. Jenkins, S.L. Zegura. 1997. The Geographic Distribution of Human Y Chromosome Variation. *Genetics*. 145:787-805.

- [16] Parra, E., M.D. Shriver, A. Soemantri, S.T. McGarvey, J. Hundrieser, N. Saha and R. Deka. 1999. Analysis of Five Y-Specific Microsatellite Loci in Asian and Pacific Populations. *Am. J. Phys. Anthropol.* 110 : 1-16.
- [17] Rodriguez-Delfin, L., S. E. B. Santos and M. A. Zago. 1997. Diversity of the Human Y Chromosome of South American Amerindians: a comparison with Blacks, Whites, and Japanese from Brazil. *Ann. Hum. Genet.* 61: 439-448
- [18] Cai, S., L. Li, Y. Ke, X. Liu, J. Cao, D. Lu and S. Zheng. 2002. Analysis of Three Y-STR Loci Polymorphism in Isolated Populations. *Chinese Journal of Medical Genetics.* 19 (2) : 141-144.
- [19] Guernonprez, J.F. 1987. *Soroh Pande di Bali "Pembentukan Kasta dan Nilai Gelar"* diterjemahkan oleh Syamsul Alam P. Dan Widiastuti. Udayana University Press.
- [20] Darmada, N.W. dan M.G. Utama. 2001. *Asal Usul Warga Pande di Bali*. CV. Bali Media. Bali.
- [21] Foster, P., M. Kesyer., E. Meyer., L. Roewer., H. Pfeiffer., H. Benkmann and B. Brinkmann. 1998. Phylogenetic Resolution of Complex Mutational Features at Y-STR DYS390 in Aboriginal Australians and Papuans. *Mol. Bio. Evol.* 15 : 1108-1114.
- [22] Junitha, I.K. 2004. Keragaman genetik masyarakat di desa-desa Bali Aga berdasarkan analisis DNA dan sidik jari [Disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [23] Portal Nasional Indonesia. 2015. Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia copyright (2010) - Geografi-indonesia [online] Available at:<http://www.indonesia.go.id/in/sekilas-indonesia/geografi-indonesia> [Diakses 6 September 2015]
- [24] Wikarman, I.N.S. 1994. *Leluhur Orang Bali*. Bangli: Yayasan Widya Shanti.