

## Ragam Alel Mikrosatelit DNA Autosom pada Masyarakat Bali Aga Desa Sembiran Kabupaten Buleleng Bali

Allele Variation on Autosomal Microsatellites DNA of Bali Aga Community in Sembiran Village, Regency of Buleleng, Bali

I Ketut Junitha<sup>1\*</sup> dan Ida Bagus Alit<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi FMIPA Universitas Udayana

<sup>2</sup>Bagian Ilmu Kedokteran Forensik FK Universitas Udayana, Denpasar, Bali

E-mail: junithaketut@yahoo.com \*Penulis untuk korespondensi

### Abstract

Based on historical and archeological data, Balinese community has been developing since prehistoric era. Remnants of ancient Bali communities are called Bali Aga or Bali Mula. Community of Bali Aga lives in the mountain ranges (Tenganan, Terunyan, Sembiran and Sidatapa), while modern communities live in the city and coastal areas. The eight autosomal microsatellites DNA (D2S1338, D3S1358, D5S818, D7S820, D11S1984, D13S317, D16S539 and D21S11) markers were used in this research to determine the allele variability of Bali Aga Community in Sembiran Village, the Regency of Buleleng in Bali for the forensic purposes. The forty-six alleles were observed in eight loci, the number of alleles per locus range from 3 (D5S818) to 9 (D11S1984). The power of discrimination value was highest on D11S1984 (0.9394) followed by D21S11 (0.8922), D16S539 (0.8915), D13S317 (0.8602), D7S820 (0.8398), D3S1358 (0.8014), D2S1338 (0.5518) and D5S818 (0.0143). These result showed that the D5S818 locus is not suitable for DNA analysis of forensic purposes in Sembiran Bali Aga community.

Key words: DNA, autosomal microsatellite, allele, Bali Aga, forensic

### Abstrak

Berdasarkan data sejarah dan arkeologis, masyarakat Bali sekarang ini merupakan hasil perkembangan sejarah zaman pra-sejarah. Masyarakat Bali kuno yang masih memiliki tradisi zaman pra-sejarah disebut masyarakat Bali Aga atau Bali Mula. Pada umumnya masyarakat Bali Aga menempati daerah pegunungan seperti desa Tenganan, Terunyan, Sembiran dan Sidatapa, sedangkan masyarakat Bali lainnya disebut masyarakat Bali Dataran yang tinggal di kota-kota dan daerah pantai. Sebanyak delapan penanda genetik mikrosatelit autosom (D2S1338, D3S1358, D5S818, D7S820, D11S1984, D13S317, D16S539 dan D21S11) digunakan untuk menentukan variasi alel yang tersebar pada masyarakat desa Bali Aga Sembiran kabupaten Buleleng Bali untuk kepentingan forensik. Dalam penelitian ini ditemukan sebanyak 46 ragam alel dari 8 lokus yang digunakan, ragam alel per lokus berkisar antara 3 pada lokus D5S818 sampai 9 alel pada lokus D11S1984. Nilai kemampuan pembeda (power of discrimination/PD) tertinggi ditemukan pada lokus D11S1984 (0,9394) diikuti oleh D21S11(0,8922), D16S539 (0,8915), D13S317 (0,8602), D7S820 (0,8398), D3S1358 (0,8014), D2S1338 (0,5518) dan D5S818 (0,0143). Hasil ini menunjukkan bahwa lokus D5S818 tidak baik digunakan dalam analisis DNA untuk kepentingan forensik pada masyarakat Bali Aga desa Sembiran.

Kata kunci: DNA, mikrosatelit autosom, alel, Bali Aga, forensik

Diterima: 19 November 2010, disetujui: 08 Januari 2011

## Pendahuluan

Sebagai tujuan utama pariwisata dunia, Bali banyak dikunjungi baik wisatawan mancanegara maupun nusantara. Banyaknya

kunjungan wisatawan mancanegara maupun Nusantara sejalan dengan perkembangan pariwisata menyebabkan Bali menjadi tempat berkumpulnya banyak orang dari berbagai etnis di Indonesia maupun luar negeri dengan

berbagai kepentingan. Keberadaan orang-orang yang jauh dari keluarga atau asalnya bila menjadi korban suatu peristiwa cenderung menjadi MR/Mrs X. Berdasarkan data Instalasi Forensik Rumah Sakit Pusat Sanglah, setiap tahun lebih kurang 20 orang jasad korban dikategorikan sebagai MR/MrsX. Sampai akhir bulan Juli 2010 sudah ada 18 jasad terlantar (tidak ada yang mengakui sebagai keluarganya) dan 14 di antaranya merupakan Mr.X. Terakhir pada hari sabtu tanggal 13 Nopember 2010 di penggir jalan Raya Gilimanuk-Denpasar di daerah Antosari Tabanan ditemukan mayat seorang wanita yang sampai hari Senin tanggal 15 Nopember masih berstatus MRS X (Bali Express, Senin 15 Nopember 2010). Pada Mutilasi korban dengan berbagai motif salah satu trend tindak kejahatan masa kini akan meningkatkan katagori MR/MrsX. Bencana seperti pesawat jatuh, kasus kebakaran, tsunami, letusan gunung, tanah longsor yang cenderung menimbulkan korban massal demikian juga kasus kejahatan seperti peristiwa bom yang terjadi tahun 2002 dan 2005 dengan korban masal dan sulit dikenali secara fisik akan meningkatkan adanya MR/Mrs X.

Pengukapan identitas korban merupakan suatu hal yang paling penting untuk penanganan hilangnya nyawa manusia baik karena bencana maupun tindak kejahatan. Kesalahan identifikasi korban akan berakibat pada kesalahan penanganan selanjutnya. Salah tangkap dan salah vonis merupakan akibat dari salah identifikasi korban seperti kasus Kemat *et al.*, yang akhirnya diputus tidak bersalah oleh MA dan harus dibebaskan dari penjara (Jawa Post, 5 Desember 2008). Identifikasi korban yang secara fisik tidak dapat dikenali maka analisis DNA merupakan jalan keluarnya (Rudin dan Crim, 2002). DNA mikrosatelit juga disebut STRs (*short tandem repeats*) memiliki akurasi yang tinggi dalam mengungkap identitas korban (Puja dan Sulabda, 2009). Pada genom manusia keberadaanya sangat banyak sampai 500 ribu lokus, polimorfik karena kecepatan mutasinya tinggi dan sudah tersedia lebih dari 2000 pasang primer. Keberhasilan amplifikasinya tinggi pada kuantitas dan kualitas DNA yang rendah (Kashyap *et al.*, 2004; Butler 2005; Gunn, 2009). Tersedianya database DNA

sebagai referensi akan memudahkan pengungkapan identitas korban yang tidak dapat dikenali secara fisik maupun dari propertinya.

Desa Sembiran terletak di Kecamatan Tejakula kabupaten Buleleng Propinsi Bali. Desa ini terletak di Bali bagian Utara pada ketinggian 0–350m dpl, berjarak 30 km ke arah Timur dari kota Singaraja. Desa Sembiran termasuk salah satu desa kuno di Bali yang disebut desa Bali Aga (Ginastra, 1977) memiliki budaya yang berbeda dibandingkan denan budaya masyarakat Bali lainnya (Ardika, 1996). Penduduk desa Sembiran terdiri atas penduduk asli yang disebut masyarakat Bali Aga atau Bali Mula dan penduduk pendatang yang berasal dari desa-desa Bali lainnya. Masyarakat Bali Aga Sembiran sudah ada sebelum datangnya orang-orang Majapahit ke Bali yang terbentuk dari campuran orang-orang austronesia, India, dan orang-orang dari Medang Kemulan Jawa Tengah pada abad ke VII (Lansing *at al.*, 2004; Karafet *et al.*, 2005). Masyarakat Bali Aga Sembiran hanya 68 KK diantara lebih dari 1100 KK penduduk desa Sembiran. Mereka terbagi ke dalam tiga kelompok yaitu Dadia Kumpi Mula, Kaki Kapul dan Hyang Kumpi Mulianis. Tiap-tiap kelompok dipersatukan dalam satu pura pemujaan leluhurnya yang disebut pura Kawitan dan tiap-tiap kelompok disebut Dadia (Nengah Putra, ketua dadia Hyang Kumpi Mulianis, Kompri, 2009).

Penelitian pada masyarakat Bali Aga Sembiran dilakukan untuk mengetahui ragam alel pada delapan lokus penanda genetik mikrosatelit autosom (D2S1338, D3S1358, D5S818, D7S820, D11S1984, D13S317, D16S539 dan D21S11). Masyarakat Bali Aga Sembiran dipilih dalam penelitian ini karena merupakan masyarakat yang terkenal dengan budaya dan sejarah pembentukan masyarakatnya berbeda dari masyarakat Bali lainnya serta merupakan salah satu desa Kuno di Bali. Jumlah anggotanya tidak banyak dan pekerjaannya kebanyakan petani sehingga memudahkan dalam pengambilan sampel. Hasil penelitian menggunakan mikrosatelit kromosom Y pada masyarakat ini menemukan alel unik untuk DYS19 yaitu alel 208 pb pada dadia Hyang Kumpi Mulianis dan tidak

ditemukan pada dadia lainnya di desa Sembiran maupun luar Sembiran (Junitha, 2004). Hasil penelitian ini digunakan untuk menentukan lokus-lokus yang cocok digunakan dalam analisis DNA untuk kepentingan forensik yang memiliki nilai kekuatan pembeda (*Power of Discrimination*) tinggi.

## Metode Penelitian

Setiap calon probandus yang akan diambil sampel darah atau epitel mukosa mulutnya (dari jaringan mana?) terlebih dahulu diberi penjelasan tentang tujuan dan manfaat penelitian baik bagi diri probandus maupun kepentingan ilmu pengetahuan dan masyarakat secara umum (*Informed consent*). Apabila mereka setuju dan bersedia menjadi probandus kemudian dilakukan wawancara untuk mendapatkan data tentang identitas probandus mengenai umur, jumlah saudara, nama orang tua kandung, kakek, nenek baik dari garis ayah maupun ibu.

Telah diambil sampel darah tepi dari 50 orang probandus terdiri atas 36 laki-laki dan 14 perempuan. Ujung jari ditusuk dengan jarum steril disosibel menggunakan Soft Venojek merk Hyflik. Darah yang keluar ditetaskan pada tabung ependorf 1,5 ml yang berisi larutan penyangga 100 µl sebanyak tiga tetes atau setara dengan 150 µl darah. Sampel darah dan sel epitel dibawa ke laboratorium Serologi dan Molekuler Forensik UPT Forensik dan Kriminologi Universitas Udayana untuk dilakukan proses ekstraksi.

Ekstraksi DNA menggunakan metode pemisahan fenol-kloroform dan presipitasi alkohol (Sambrook dan Russel, 2001). Pelet hasil ekstraksi diresuspensi dengan larutan penyangga Tris-EDTA (TE) sebanyak 50 µl. Amplifikasi DNA dengan 7 pasang primer mikrosatelit lokus D2S1338, D3S1358, D5S818, D7S820, D11S1984, D13S317, D16S539 dan D21S11. Amplifikasi dilakukan dengan volume 12,5 µl yang terdiri atas 10,5 µl Platinum PCR supermix (Invitrogen) ditambah 0,5 µl primer 25 pmol/ µl dan 2 µl DNA sampel sebagai templat. Amplifikasi diawali dengan proses denaturasi pada suhu 94°C selama 45 detik, penempelan primer pada suhu

55–60°C selama satu menit 30 detik dan pemajangan DNA pada suhu 72°C selama 2 menit 15 detik sebanyak 30 siklus pada mesin PCR AppliedBiosystem 2720 Thermal Cycler. Hasil amplifikasi dielektroforesis pada gel poliakrilamide (PAGE) 6% pada 110 volt selama 90 menit. Gel poliakrilamid memiliki kemampuan memisahkan DNA dengan ukuran dan perbedaan jumlah basa kecil. DNA mikrosatelit yang diamplifikasi dengan primer motif tetranukleotida maka alel-alel DNA yang dihasilkan dapat berbeda hanya empat basa saja yang tidak akan terdeteksi bila menggunakan gel agarose yang pendek (Rudin and Crim, 2002). Pewarnaan dengan perak nitrat dilakukan untuk visualisasi pita-pita DNA pada gel (Tegelstorm, 1986).

Ukuran DNA sampel atau ragam alel ditentukan dengan plot jarak migrasi DNA sampel hasil PCR pada garis yang dibentuk oleh migrasi 100 bp DNA ladder di atas kertas semilog. Keragaman genetik dihitung dengan rumus:

$$h = 2n (1 - \sum P_i^2) / (2n-1) \text{ (Nei, 1987)}$$

Kekuatan Pembedanya (PD) =  $1 - 2(\sum P_i^2)^2 - \sum P_i^4$   
 $P_i$  = frekuensi alela ke- $i$  (Butler, 2005).

## Hasil dan Pembahasan

Dari 50 sampel darah yang telah diambil pada masyarakat Bali Aga desa Sembiran masing-masing 18 orang dari dadia Kumpi Mula, 20 orang dari dadia Hyang Kumpi Mulianis dan 12 orang dari dadia Kaki Kapul. Dari semua sampel darah tersebut tidak semuanya berhasil diamplifikasi dengan mesin PCR seperti data yang disajikan pada Tabel 1. Kegagalan amplifikasi dapat disebabkan oleh tidak adanya DNA templat karena gagal dalam proses ekstraksinya seperti pada salah satu sampel dengan tidak satu pun lokus yang teramplifikasi. Kegagalan lainnya adalah karena terjadinya mutasi pada tempat penempelan primer (*annealing site*) pada DNA sampel yang menyebabkan timbulnya *null allele* (Dakin dan Avise, 2004). Hal ini dapat dilihat dari DNA sampel yang tidak teramplifikasi pada salah satu lokus saja.

Dari delapan lokus yang digunakan dalam penelitian pada masyarakat Bali Aga Sembiran diperoleh sebanyak 46 ragam alel dengan ragam alel terbanyak didapat dari lokus D11S1984 yaitu sebanyak sembilan alel yang secara beturutan diikuti oleh lokus D21S11 dengan tujuh alel, D13S317 dan D16S539 masing-masing dengan enam alel, masing-masing lima alel pada lokus D2S1338, D3S1358 dan D7S820 serta lokus dengan ragam alel paling sedikit adalah D5S518 yaitu hanya tiga alel, banyaknya ragam alel masing-masing lokus disajikan pada Tabel 1. Banyaknya ragam alel yang ditemukan pada setiap lokus akan menentukan baik tidaknya lokus tersebut digunakan dalam analisis DNA untuk kepentingan forensik. Karena semakin banyak ragam alel pada lokus yang digunakan akan meningkatkan keragaman genetik dan kekuatan pembeda dari lokus tersebut (Rudin dan Crim, 2002).

Sebaran alel dari masing-masing lokus yang digunakan dalam penelitian ini hampir seluruhnya terdapat pada ketiga dadia yang ada. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi pertukaran atau aliran genetik yang bebas di antara ketiga dadia masyarakat Bali Aga Sembiran. Aliran atau pertukaran genetik yang bebas antar dadia dapat terjadi karena tidak ada pembatasan perkawinan di antara ketiga dadia yang ada dan ada kecenderungan masyarakat Sembiran kawin sesama masyarakat se desa. Kecenderungan terjadinya perkawinan sesama masyarakat Sembiran disebabkan oleh karena adanya biaya perkawinan yang lebih besar bila mereka mengambil orang dari luar desa. Biaya tambahan tersebut diperlukan karena adanya tambahan ritual sesuai adat setempat. Dari data yang tercantum pada Tabel 1, tampak bahwa alel-alel dengan ukuran panjang basa di tengah-tengah cenderung memiliki frekuensi tinggi, hal ini berkaitan dengan sifat mutasi dari penanda mikrosatelit yang terjadi melalui mutasi satu motif (*one step mutation*) oleh adanya proses slip replikasi (Chun *et al.*, 2004; Gonser *et al.*, 2000). Hal ini dapat terlihat pada data frekuensi alel lokus D2S1338 alela 173 dan 185pb memiliki frekuensi yang tinggi dengan ukuran panjang DNA 166 pasang basa (pb) sampai 202pb dengan frekuensi tertinggi pada alel 174pb yaitu sebesar 0,24 dan yang

terendah pada alel 166pb dan 202pb masing-masing 0,01. Demikian juga lokus D21S11 ditemukan sebanyak tujuh ragam alel dengan ukuran antara 224–248pb. Terdapat tiga alel yang banyak ditemukan yaitu 232pb, 236pb dan 240pb dengan frekuensi masing-masing 0,24; 0,30 dan 0,22 ketiga alel ini tersebar di ketiga dadia. Ragam alel seperti di atas juga ditemukan pada populasi Jat Shik di India, hal ini menunjukkan bahwa alel-alel tersebut memiliki sebaran yang merata di berbagai populasi dunia (Sidhu *et al.*, 2003). Ragam alel paling banyak ditemukan pada lokus D11S1984 yaitu sebanyak sembilan alel yang berukuran dari 166 pb sampai 202pb dengan frekuensi tertinggi sebesar 0,24 pada alela 174pb yang tersebar di ketiga dadia masyarakat Bali Aga desa Sembiran. Alel ini juga ditemukan dengan frekuensi tertinggi pada masyarakat Tri Wangsa di Bali (Junitha, 2004) yang menunjukkan kedekatan hubungan genetika antara masyarakat Bali Aga Sembiran dengan masyarakat Tri Wangsa. Sebaliknya lokus D5S818 hanya menghasilkan tiga ragam alel yaitu 158, 162 dan 166pb dengan frekuensi tertinggi pada alel 158pb sebesar 0,74 yang tersebar merata di ketiga dadia, sedangkan alel 166 hanya ditemukan pada dadia Kaki Kapul saja. Sedikitnya alel yang ditemukan pada lokus ini lebih disebabkan oleh populasi masyarakat Bali Aga Sembiran relatif kecil. Bila dikaitkan dengan digunakannya lokus ini sebagai lokus standar analisis DNA oleh FBI (Revanthi *et al.*, 2003; Reno, 2000) menunjukkan bahwa lokus ini memiliki ragam alel yang banyak sehingga memiliki kekuatan pembeda (*power of discrimination /PD*) yang tinggi. Secara teoretis lokus D5S818 memiliki alel sebanyak 19 buah 119–163 pb (Butler, 2005) Sedikitnya alel yang ditemukan pada masyarakat Bali Aga Sembiran lebih disebabkan oleh kecilnya sampel dan populasi masyarakat Bali Aga di Desa Sembiran.

Pada Tabel 2, lokus D11S1984 memberikan nilai keragaman (*h*) genetika yang paling tinggi yaitu sebesar  $0,8452 \pm 0,371$  yang kemudian secara berturut-turut diikuti oleh lokus D21S11 sebesar  $0,7920 \pm 0,086$ , D16S539 ( $0,7920 \pm 0,088$ ), D13S317 ( $0,7642 \pm 0,091$ ), D7S820 ( $0,7251 \pm 0,098$ ), D3S1358 ( $0,7186 \pm 0,0940$ ), D2S1338 ( $0,5912 \pm 0,104$ ) dan yang

paling kecil adalah lokus D5S818 dengan keragaman genetika sebesar  $0,4161 \pm 0,113$ . Kecilnya keragaman genetika yang diberikan oleh suatu lokus di samping disebabkan oleh sedikitnya ragam alel yang ada juga disebabkan oleh tidak meratanya frekuensi tiap-tiap alelnya. Seperti antara lokus D7S820, D3S1358 dan D2S1338 yang sama-sama menghasilkan lima ragam alel memiliki keragaman genetika yang berbeda, demikian juga antara lokus D16S539 dan D13S317 (Tabel 1 dan 2). Kekuatan pembeda dari tiap-tiap lokus yang diteliti juga menunjukkan adanya perbedaan (Tabel 2). Dari data tersebut pada Tabel 2, tampak bahwa tingginya keragaman genetika selalu diikuti oleh tingginya kekuatan pembedanya. Lokus D11S1984 memberikan kekuatan pembeda yang paling tinggi yaitu sebesar 0,9394 yang secara berturut-turut diikuti oleh lokus D21S11 (0,8920), D16S539 (0,8915),

D13S317 (0,8602), D7S820 (0,8398), D3S1358 (0,8014), D2S1338 (0,5518) dan yang terendah D5S818 hanya 0,0143. Rendahnya kekuatan pembeda dari suatu lokus akan menurunkan peluang eskresi dari analisis DNA yang dihasilkan (Puja dan Sulabda, 2009). Hasil ini menunjukkan bahwa lokus D5S818 dan D2S1338 kurang baik digunakan dalam analisis DNA untuk kepentingan forensik pada masyarakat Bali Aga Sembiran dan hasil ini juga menunjukkan bahwa pentingnya dilakukan penelitian terhadap lokus-lokus yang akan digunakan dalam analisis DNA untuk kepentingan forensik pada kawasan tertentu. Pada kawasan berbeda memilih lokus yang berbeda untuk analisis DNA seperti di Brazilia menggunakan lokus D3S1744 dan D7S467 bukan D3S317 dan D7S820 seperti yang digunakan di Amerika (Butler, 2005; de Souza *et al.*, 2002; da Silva *et al.*, 2004).

**Tabel 1.** Ragam dan frekuensi alel tiap-tiap lokus, jumlah alel dan sampel teramplifikasi pada masyarakat Bali Aga Desa Sembiran Buleleng.

Lokus D2S1338		Lokus D3S1358		Lokus D5S518		Lokus D7S820		Lokus D11S1984		Lokus D13S317		Lokus D16S539		Lokus D21S11	
Alel	Frek	Alel	Frek	Alel	Frek	Alel	Frek	Alel	Frek	Alel	Frek	Alel	Frek	Alel	Frek
165	0,05	124	0,02	158	0,74	221	0,20	166	0,01	173	0,09	149	0,02	224	0,09
173	0,55	128	0,10	162	0,21	225	0,16	174	0,24	177	0,35	153	0,17	228	0,10
181	0,05	132	0,36	166	0,05	229	0,20	178	0,08	181	0,09	157	0,21	232	0,24
185	0,32	136	0,35			233	0,42	182	0,18	185	0,20	161	0,32	236	0,30
197	0,02	140	0,17			237	0,02	186	0,16	193	0,26	165	0,11	240	0,22
								190	0,14	197	0,01	169	0,17	244	0,03
								194	0,16					248	0,02
								198	0,03						
								202	0,01						
<b>Jml. Alel</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>						
<b>Jml. Amplifikasi</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>49</b>	<b>45</b>								

Keterangan: Alel dalam bentuk ukuran panjang DNA(jumlah pasang basa/pb) hasil amplifikasi.

**Tabel 2.** Keragaman genetika (*h*) dan kekuatan pembeda (PD) tiap-tiap lokus yang diteliti pada masyarakat Bali Aga Desa Sembiran Buleleng.

Lokus	Keragaman ( <i>h</i> )	Kekuatan pembeda (PD)
D2S1338	$0,5912 \pm 0,104$	0,5518
D3S1358	$0,7186 \pm 0,094$	0,8014
D5S818	$0,4161 \pm 0,113$	0,0143
D7S820	$0,7251 \pm 0,098$	0,8398
D11S1984	$0,8452 \pm 0,371$	0,9394
D13S317	$0,7642 \pm 0,091$	0,8602
D16S539	$0,7920 \pm 0,088$	0,8915
D21S11	$0,7920 \pm 0,086$	0,8922
<b>Keragaman rata-rata (<i>H</i>)</b>	<b><math>0,8064 \pm 0,149</math></b>	<b>0,7644</b>

## Simpulan dan Saran

### Simpulan

Diperoleh sebanyak 46 ragam alel, berkisar dari tiga sampai sembilan alel pada tiap-tiap lokus. Berdasarkan ragam alela yang diperoleh dari tiap-tiap lokus yang diteliti dapat disimpulkan bahwa penanda mikrosatelit DNA autosom D5S818 dan D2S1338 kurang baik digunakan dalam analisis DNA forensik pada masyarakat Bali Aga Desa Sembiran Kabupaten Buleleng Propinsi Bali.

### Saran

Untuk memastikan lokus-lokus DNA mikrosatelit yang cocok digunakan dalam analisis DNA untuk kepentingan forensik pada masyarakat Bali Aga Sembiran khususnya dan masyarakat Bali pada umumnya agar dilakukan penelitian terhadap lokus-lokus standar FBI maupun lainnya pada masyarakat Bali secara keseluruhan.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada DIKTI melalui Rektor dan Lembaga Penelitian Universitas Udayana atas batuan dana penelitian dari Hibah Strategis Nasional Tahun anggaran 2009 dan Masyarakat Bali Aga Desa Sembiran serta Pejabat Desa Sembiran Kec. Tejakula Kab. Buleleng, Bali atas izin dan kesediaannya menjadi probandus.

## Daftar Pustaka

- Ardika, I.W. 1996. Bali dalam sentuhan Budaya Global Awal Abad Masehi. Dalam Dinamika Kebudayaan Bali. Editor Ardika I W dan IM Sutaba. Upadana Sastra. Denpasar. Hal: 57-72.
- Butler, J.M. 2006. Forensic DNA Typing: Biology, Technology and Genetic of STR. Second edition. Elsevier Academic Press. Amsterdam, New York.
- Chun, Y.L., Korol, A.B., Fahima, T. dan Nevo, E. 2004. Microsatellites Within Genes: Structure, Function, and Evolution. *Mol. Biol. Evol.*, 21 (6): 991-1007.
- Dakin, E.E. dan Avise, J.C. 2004. Microsatellite Null Alleles in Parentage Analysis. *Heredity*, 93: 505-509.
- da Silva, D.A., de Souza Goes, A.C., de Carvalho, J.J. dan de Carvalho, E.F. 2004. DNA typing from vaginal smear slides in suspected rape case. *Sao Paulo Med J.*, 122 (2): 70-72.
- de Souza Goes, A.C., da Silva, D.A., Domingues, C.S., Sobrinho, J.M. dan de Carvalho, E.F. 2002. Identification of a criminal by DNA typing in a rape case in Rio de Janeiro, Brazil. *Sao Paulo Med. J. Rev Oaul Med.*, 120 (3): 77-80.
- Ginastra, I.W. 1977. Monografi Desa Sembiran. Kades Sembiran, Kec. Tejakula, Buleleng.
- Gonser, R., Donnely, P. Nicholson, G. dan Rienzo, A.D. 2000. Microsatellite Mutation and Inferences about Human Demography. *Genetics*, 154: 1793-1807.
- Gunn, A. 2009. Essential Forensic Biology. 2<sup>nd</sup> Edition. Wiley-Blackwell. West Sussex, UK.
- Junitha, I.K. 2004. Keragaman Genetik Masyarakat di desa-desa Bali Aga Berdasarkan Analisa DNA dan Sidik Jari. Disertasi. IPB. Bogor.
- Karafet, T.M., Lansing, J.S., Red, A.J., Watkin, J.C., Surata, S.P.K., Arthawiguna, L., Meyer, W.A., Bamshad, M., Jorde, L.B. dan Hammer, M.F. 2005. Balinese Y-chromosome Perspective on the Peopling of Indonesia: Genetic Contribution from Pre-Neolithic Hunter-Gatherer, Austronesia Farmer, and Indian Trader. *Human Biology*, 77 (1): 93-113.
- Kashyap, V.K., Silataximi, S.T., Chattopadhyay, P. dan Trivedi, R. 2004. DNA Profiling Technologies Forensic Analysis. *Int. Hum. Genet.*, 4 (1): 11-30.
- Lansing, S., Redd, A.J., Karafet, T.M., Ardika, I.W., Suraata, S.P.K., Schoenfelder, J.S., Campbell, M., Merriwether, A.M. dan Hammer, M.F. 2004. An Indian Trader in Ancient Bali. *Antiquity*, 78 (300): 287-293.
- Nei, M. 1987. Molecular Evolutionary Genetics. Columbia University Press. New York.
- Puja, I.K. dan Sulabda, I.N. 2009. Karakterisasi Genetik Kambing Gembrong dari Karangasem Bali Menggunakan DNA Mikrosatelit. *Biota*, 14 (1): 45-49.
- Reno, J. 2000. The Future of Forensic DNA Testing Prediction of the Research and Development Working Groups. NIJ. US Department of Justice.

- Revanthi, R. dan Kashyap, V.K. 2003. Evaluation of 15 Biparental STR loci in Human Identification and Genetic Study of the Kannada Speaking Group of India. *Am. J. Forensic Medicine and Pathology*, 24 (2): 187–192.
- Rudin, N. dan Crim, K.I.M. 2002. An Introduction to Forensic DNA Analysis, 2<sup>nd</sup> Ed. CRC Press. New York.
- Sambrook, J. dan Russel, D.W. 2001. Molecular Cloning A Laboratory Manual. 3<sup>rd</sup> Ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press. New York.
- Sidhu, I.S., Kaur, K., Sarhadi, V.K., Joshi, D.S., Mukhopadhaya, R., Mahajan, S.K. dan Bhanwer, A.J.S. 2003. Study of Genetic Polymorphism at D21S11 and D21S215 Loci in The Jat Sikh Population of Punjab. *Int J. Hum. Genet.*, 3 (1): 45–50.
- Tegelstöm, H. 1986. Mitochondrial DNA in Natural Population: an improved routine for screening of genetic variation base on sensitive silver staining. *Electrophoresis*, 7: 226–229.