

VARIASI ALEL DNA MIKROSATELIT AUTOSOM LOKUS D2S1338, D13S317 DAN D16S539 PADA MASYARAKAT DAYAK KAHARINGAN DI KOTA PALANGKA RAYA

ALLEL VARIATION OF AUTOSOMAL DNA MICROSATELLITES LOCI D2S1338, D13S317 AND D16S539 OF DAYAK KAHARINGAN COMMUNITY IN CITY OF PALANGKA RAYA

LUCIA EMY OCTAVIA, I KETUT JUNITHA, INNA NARAYANI

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Udayana

Email : emylucia19@gmail.com

INTISARI

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui ragam alel masyarakat Dayak Kaharingan di Kota Palangka Raya. DNA diekstraksi dari sel epitel mukosa mulut, dari 26 individu dengan metode fenol kloroform. DNA mikrosatelit autosom lokus D2S1338, D13S317 dan D16S539 diampifikasi pada mesin PCR. Pengamatan hasil PCR dilakukan dengan *Polyacrylamide Gel Electrophoresis* (PAGE) dan visualisasi DNA hasil PCR dengan pewarnaan perak nitrat.

Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat 29 alel dari ketiga lokus yaitu lokus D2S1338 sebanyak 11 alel, serta masing-masing sembilan alel pada lokus D13S317 dan lokus D16S539. Nilai heterozigositas tertinggi terdapat pada lokus D2S1338 yaitu 0,8971 dengan kekuatan pembeda (PD) 0,9682, diikuti lokus D13S317 dengan kekuatan pembeda 0,9339 dan lokus D16S539 dengan kekuatan pembeda 0,9226.

Kata kunci: Dayak Kaharingan, DNA Mikrosatelit, Heterozigositas, Ragam Alel

ABSTRACT

This study aimed to investigate allele variation of Dayak Kaharingan community in the city of Palangka Raya using three autosomal microsatellites DNA loci. DNA samples were extracted from buccal swab epithelial cells using phenol-chloroform method. Microsatellites DNA were amplified in PCR machine using three pairs of microsatellite primers D2S1338, D13S317 and D16S539. PCR results were observed with polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE) and DNA visualization was performed with silver nitrate staining method.

We obtained 29 alleles of the three loci. D2S1338 locus had 11 alleles, while locus D13S317 and locus D16S539 each had nine alleles. The highest heterozygosity and Power of Discrimination (PD) was on locus D2S1338 (0.8971 and 0.9682), followed by locus D13S317 (0.8457 and 0.9339) and the lowest was on locus D16S539 (0.8359 and 0.9226).

Keywords: Dayak Kaharingan, Microsatellites DNA, Heterozygosity, Allele variation

PENDAHULUAN

Keragaman suku, budaya, agama serta adat istiadat merupakan ciri khas Negara Kesatuan Republik Indonesia. Indonesia dihuni oleh berbagai macam etnis atau suku yang tersebar secara geografis, salah satunya adalah suku Dayak. Suku Dayak merupakan suku yang mendiami Pulau Kalimantan, dan suku ini berasal dari para penutur bahasa Austronesia yang berada pada sekitar Taiwan saat ini (Coomans, 1987). Suku Dayak mempunyai ciri-ciri penting antara lain bertempat tinggal di pedalaman, ditepi dan di lembah sungai, memiliki sistem pertanian berladang, memiliki rumah panjang yang disebut *betang* serta menjalankan kepercayaan yang dikenal dengan Kaharingan (Masri, 1996).

Kaharingan adalah sistem kepercayaan yang dianut masyarakat Dayak, dimana kepercayaan ini ada sejak

ribuan tahun yang lalu sebelum adanya pengaruh dari agama-agama lain, ketika *Ranying Hatalla Langit* menciptakan semesta. Menurut Riwut (1979), Kaharingan memiliki arti hidup, ada dengan sendirinya. Kepercayaan tersebut hingga sekarang masih eksis dan dijalankan oleh masyarakat Dayak Kaharingan di Kota Palangka Raya. Pola kehidupan sosial serta kepercayaan yang dijalankan oleh suatu kelompok masyarakat dapat mempengaruhi sistem perkawinan kelompok masyarakat tersebut. Perbedaan sistem perkawinan pada tiap etnis atau suku dapat menyebabkan adanya perbedaan struktur genetik pada masing-masing suku (Coronese, 1986). Sistem perkawinan pada kelompok Dayak Kaharingan hanya dapat dilakukan pada pertalian hubungan darah dari sepupu dua kali (keturunan ketiga) atau lebih. Perkawinan yang *incest* dan *sala hurui* (misalnya antara paman dan keponakan atau antara kakek dan cucu) tidak

diperbolehkan (Nyahu, 2012).

Short Tandem Repeat (STR) dikenal pula istilah DNA mikrosatelit adalah suatu urutan yang terdiri atas dua sampai enam nukleotida (disebut dengan motif) berulang-ulang tanpa sela (Tautz and Renz, 1984; Field and Wills, 1998; Tóth *et al.*, 2000). Mikrosatelit memiliki kecepatan mutasi yang relatif tinggi yaitu 10^{-2} hingga 10^{-5} /lokus/gamet/generasi (Lehmann *et al.*, 1996), sehingga mampu untuk membedakan antar individu (Edwards *et al.*, 1991; Edwards *et al.*, 1992; Lins *et al.*, 1998; Budowle *et al.*, 1999), oleh sebab itu mikrosatelit sangat cocok dimanfaatkan dalam dunia forensik (Bowcock *et al.*, 1982; Weber and Wong, 1993). Analisis polimorfisme penanda ini menjadi lebih mudah dilakukan ketika teknik PCR muncul pada akhir tahun 1980-an (Ellegren, 2004). Penanda mikrosatelit bermanfaat untuk berbagai bidang, contohnya untuk mengungkapkan identitas seseorang (Gill *et al.*, 1994; Butler, 2004), analisis *linkage* (Cashman *et al.*, 1995), pemetaan kromosom (Hearne *et al.*, 1992), penelitian antropologi serta melihat variasi genetik suatu populasi manusia (Rosenberg *et al.*, 2002).

FBI (*Federal Bureau of Investigation*) menetapkan lokus D2S1338, D13S317 dan D16S539 tergolong ke dalam CODIS (*Combined DNA Index System*) yang biasa digunakan dalam proses investigasi forensik manusia (Butler and Hill, 2012). Beberapa penelitian yang berhubungan dengan variasi genetik dalam suatu populasi dan menggunakan ketiga lokus yang sama menunjukkan ragam alel yang berbeda pula. Penelitian oleh Ferdous *et al.* (2010) pada populasi Chakma dan Tripura di Bangladesh menggunakan 10 lokus STR autosom di antaranya lokus D2S1338 dan D16S539. Lokus ini digunakan untuk identifikasi personal dan tes paternitas. Penelitian lainnya adalah analisis tiga lokus STR (D16S539, D7S820 dan D13S317) pada populasi yang tinggal di daerah Marmara, Turki (Çakır *et al.*, 2002). Lokus dalam penelitian ini digunakan untuk kepentingan forensik misalnya pengujian identitas seseorang. Mikrosatelit juga digunakan untuk mengetahui distribusi alel pada populasi Bolu di Turki, menggunakan 16 lokus STR, untuk analisis populasi yang dipengaruhi migrasi dan perkawinan (Tuğ *et al.*, 2010). Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian menggunakan tiga lokus DNA mikrosatelit autosom (lokus D2S1338, D13S317 dan D16S539) untuk mengetahui ragam alel pada masyarakat Dayak Kaharingan di Kota Palangka Raya. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai DNA *database* yang bermanfaat untuk kepentingan forensik.

MATERI DAN METODE

Metode sampling penelitian ini adalah metode *purposive* sampling. Calon probandus diberikan penjelasan mengenai tujuan dan manfaat penelitian serta prosedur pengambilan sampel. Calon probandus yang bersedia menjadi probandus diminta untuk mengisi

biodata dan menandatangani *informed consent*. Materi penelitian ini menggunakan DNA dari sel epitel mukosa mulut masyarakat Dayak Kaharingan di Kota Palangka Raya, laki-laki dan perempuan yang tidak memiliki hubungan kekerabatan sebanyak 26 orang. Tahapan ekstraksi DNA, PCR, elektroforesis dan pewarnaan perak nitrat dilakukan di Laboratorium Serologi dan Biologi Molekuler, UPT Forensik dan Laboratorium Molekuler Pusat Kajian Primata, Universitas Udayana Bukit Jimbaran.

Pengambilan sampel

Sampel sel epitel mukosa mulut diambil dengan *cotton bud* steril yang diusapkan ke permukaan pipi bagian dalam, kemudian *cotton bud* tersebut dimasukkan ke dalam tabung yang telah berisi 500 μ l *lysis buffer* (Junitha dan Sudirga, 2007).

Ekstraksi DNA

DNA dari sel epitel mukosa mulut diekstraksi dengan metode fenol-kloroform (Sambrook and Russell, 2001) yang dimodifikasi. Sampel dalam 500 μ l *lysis buffer* disentrifugasi. Supernatan dikurangi sehingga volume menjadi 300 μ l, selanjutnya ditambahkan dengan 50 μ l SDS 10%, 100 μ l 1 x STE, 150 μ l fenol, 150 μ l CIAA dan 20 μ l NaCl 5M. Campuran digoyang selama dua jam pada suhu kamar (25-30°C). Setelah dua jam, sampel disentrifugasi pada kecepatan 10.000 rpm selama 15 menit. Fase *aqueose* pada sampel dipindahkan ke dalam tabung mikro 1,5 ml baru yang sudah diberi kode. Tabung mikro berisi fase *aqueose* ditambahkan etanol absolut sebanyak dua kali volume dan disimpan dalam *freezer* untuk proses presipitasi selama satu malam. Setelah satu malam sampel dikeluarkan dari *freezer* dan disentrifugasi dengan kecepatan 11.000 rpm selama 15 menit. Supernatan dibuang dan pelet ditambahkan dengan 600 μ l etanol 70% dalam TE. Sampel disentrifugasi pada kecepatan 11.000 rpm selama 15 menit. Supernatan dibuang dan pelet dikeringanginkan selama satu malam. Setelah satu malam, pelet diresuspensi dalam 50 μ l TE 80% lalu disimpan dalam *refrigerator* dan siap digunakan pada tahap selanjutnya.

Amplifikasi DNA mikrosatelit

DNA mikrosatelit diamplifikasi pada mesin PCR (Sensquest Labcycler) dengan menggunakan tiga pasang primer mikrosatelit lokus D2S1338, D13S317 dan D16S539. Campuran bahan reaksi PCR yaitu PCR *master mix* 6,5 μ l (*i-Taq*TM DNA polymerase (5U/ μ l), dNTPs, PCR *reaction buffer* dan gel *loading buffer*), DNA *template* 2 μ l (0,02 μ g/ μ l), *primer mix* 1 μ l dan air steril 3,5 μ l dengan volume total 13 μ l (Junitha, 2007). Tahap amplifikasi diawali dengan pra-denaturasi pada suhu 95°C selama 5 menit, denaturasi pada suhu 95°C selama 45 detik, dan dilanjutkan dengan proses penempelan primer pada kisaran suhu 52-63°C selama 60 detik. Pemanjangan DNA dilakukan pada suhu 72°C

selama 75 detik. Proses denaturasi, penempelan dan pemanjangan diulang hingga 30 siklus, dan dilanjutkan dengan suhu 4°C untuk suhu penyimpanan (Innis *et al.*, 1990).

Elektroforesis dan Visualisasi DNA Hasil PCR

Elektroforesis dilakukan pada *Polyacrylamide Gel Electrophoresis* 10% dengan tegangan 160 volt selama 60 menit. Sampel hasil PCR sebanyak 3 µl dimasukkan ke dalam sumuran-sumuran gel dan satu sumuran diisi dengan 0,7 µl 100 bp DNA ladder sebagai penanda (Sambrook and Russell, 2001). Visualisasi DNA menggunakan pewarnaan perak nitrat (Tegelström, 1986). Jarak migrasi pita DNA pada gel diukur, lalu diplot pada *semi-log graph paper* untuk menetapkan panjang DNA hasil amplifikasi dalam pasang basa (pb).

Analisis Keragaman Genetik

Frekuensi alel dan keragaman genetik dihitung dengan pendekatan menurut Nei (1987) sebagai berikut:

$$x_i = (2n_{ii} + \sum n_{ij}) / 2N$$

$$h = 2N (1 - \sum x_i^2) / (2N - 1)$$

$$\bar{H} = \sum h / \sum \text{lokus}$$

Kekuatan pembeda dihitung dengan menggunakan pendekatan menurut Butler (2005) sebagai berikut:

$$PD = (1 - 2(\sum x_i^2)^2 - \sum x_i^4)$$

Keterangan:

- x_i = frekuensi alel
- n_{ii} = jumlah individu yang bergenotipe homozigot
- n_{ij} = jumlah individu yang bergenotipe heterozigot
- h = heterozigositas
- N = jumlah sampel
- \bar{H} = rata-rata heterozigositas
- PD = *Power of Discrimination* (Kekuatan Pembeda)

HASIL

Variasi dan frekuensi alel lokus D2S1338, D13S317 dan D16S539 yang teridentifikasi pada masyarakat Dayak Kaharingan dapat dilihat dalam Tabel 1. Dua puluh lima dari 26 sampel berhasil teramplifikasi pada lokus D2S1338 dan menghasilkan ragam alel terbanyak yaitu 11 alel. Alel terpanjang adalah 205 pb dan alel terpendek adalah 157 pb dengan frekuensi terendah yaitu pada alel 205 pb dan 157 pb (0,02) serta frekuensi tertinggi adalah alel 193 pb (0,2). Pada lokus D13S317, sebanyak 25 sampel teramplifikasi dan menghasilkan sembilan ragam alel. Alel terpanjang adalah 200 pb dan alel terpendek yaitu berukuran 164 pb, dengan frekuensi terendah yaitu pada alel 200 pb dan 180 pb (0,02) serta frekuensi tertinggi pada alel 172 pb (0,26). Pada lokus D16S539 sebanyak 25 sampel juga berhasil diamplifikasi dan menghasilkan sembilan ragam alel. Alel terpanjang yaitu berukuran 164 pb dan alel terpendek berukuran 132 pb, dengan frekuensi terendah adalah pada alel 164 pb dan 132 pb (0,02) serta frekuensi tertinggi yaitu alel 152 pb (0,32).

Tabel 1. Frekuensi Alel pada Masyarakat Dayak Kaharingan di Kota Palangka Raya

D2S1338		D13S317		D16S539	
Alel (pb)	Frekuensi	Alel (pb)	Frekuensi	Alel (pb)	Frekuensi
205	0,02	200	0,02	164	0,02
197	0,06	192	0,04	160	0,08
193	0,2	188	0,12	156	0,08
189	0,1	184	0,14	152	0,32
185	0,12	180	0,02	148	0,18
177	0,1	176	0,2	144	0,14
173	0,14	172	0,26	140	0,08
169	0,08	168	0,16	136	0,08
165	0,12	164	0,04	132	0,02
161	0,04				
157	0,02				

Nilai heterozigositas dan kekuatan pembeda (PD) pada masing masing lokus dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Heterozigositas (h) dan Kekuatan Pembeda (*Power of Discrimination*) pada Masing-Masing Lokus

Lokus	Heterozigositas (h)	Kekuatan Pembeda (<i>Power of Discrimination</i>)
D2S1338	0,8971	0,9682
D13S317	0,8457	0,9339
D16S539	0,8359	0,9226
Heterozigositas Rata-Rata (\bar{H})	0,8595	

PEMBAHASAN

Ragam alel paling banyak teridentifikasi pada lokus D2S1338 sebanyak 11 alel, dengan frekuensi terendah adalah alel 205 pb dan 157 pb (0,02) serta frekuensi tertinggi alel 193 pb (0,2). Hasil penelitian Unadi dkk. (2010) pada Suku Batak di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung mengidentifikasi alel terpanjang yaitu 209 pb dan alel terpendek 157 pb. Sementara dalam penelitian Junitha dan Alit (2011) pada masyarakat Bali Aga Desa Sembiran alel pada lokus D2S1338 berkisar dari 197 pb sampai 165 pb. Selanjutnya, dalam penelitian forensik internasional berkisar antara 289-341 pb (Butler, 2006). Alel-alel masyarakat Dayak Kaharingan di Kota Palangka Raya berada diantara alel-alel yang dihasilkan pada penelitian Unadi dkk. (2010) serta Junitha dan Alit (2011). Hal ini berarti alel-alel dari masyarakat Dayak Kaharingan masih berada dalam kisaran alel pada suku-suku lain di Indonesia, seperti Suku Batak dan Suku Bali.

Hasil amplifikasi lokus D13S317 berhasil mengidentifikasi sembilan ragam alel dengan frekuensi terendah pada alel 200 pb dan 180 pb (0,02) serta frekuensi tertinggi pada alel 172 pb (0,26). Dalam penelitian Dwitriani (2012) pada masyarakat Bali Mula di Desa Sembiran Buleleng, alel terpanjang yaitu 197 pb dan terpendek alel 173 pb. Sementara, pada Suku Batak

yang tinggal di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung, alel pada lokus D13S317 berkisar dari 204 pb sampai 168 pb (Unadi dkk., 2010). Selanjutnya, dalam penelitian forensik internasional yang dilakukan Butler (2006) alel pada lokus D13S317 berkisar antara 193-237 pb. Jadi, alel masyarakat Dayak Kaharingan masih berada pada kisaran alel Suku Batak dan Suku Bali serta juga berada dalam kisaran alel pada penelitian Butler (2006).

Pada lokus D16S539 ditemukan sembilan alel dengan frekuensi terendah adalah pada alel 164 pb dan 132 pb (0,02) serta frekuensi tertinggi alel 152 pb (0,32). Penelitian Wahyuni (2010) pada masyarakat Bali Aga di Desa Tenganan Pengringsingan menunjukkan bahwa alel terpanjang dan terpendek pada lokus D16S539 masing-masing adalah 165 pb dan 141 pb. Alel terpanjang dan terpendek dalam lokus yang sama pada masyarakat Suku Batak di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung adalah 168 pb dan 136 pb (Unadi dkk., 2010). Butler (2006) mengidentifikasi alel-alel pada lokus D16S539 berkisar antara 233-277 pb. Hal ini menunjukkan bahwa alel masyarakat Dayak Kaharingan juga masih berada dalam kisaran alel Suku Batak dan Suku Bali. Secara keseluruhan hasil amplifikasi ketiga lokus yaitu D2S1338, D13S317 dan D16S539 pada masyarakat Dayak Kaharingan di Kota Palangka Raya menunjukkan adanya 29 ragam alel, dengan masing-masing lokus menghasilkan ragam alel yang berbeda pula.

Jika dibandingkan dengan sebaran jenis alel yang ditemukan pada orang Batak yang tinggal di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung (Unadi dkk., 2010), didapatkan 11 alel yang sama dari 14 ragam alel pada lokus D2S1338, delapan dari 10 alel pada lokus D13S317, dan tujuh dari delapan alel pada lokus D16S539 ditemukan sama pada masyarakat Dayak Kaharingan. Adanya kesamaan alel menunjukkan bahwa kedua suku memiliki kedekatan secara genetik, yang diturunkan dari populasi induk yang sama. Hal ini didukung oleh penelitian Parra *et al.* (1999) yang menemukan kesamaan alel antara masyarakat Batak dan masyarakat Kalimantan. Hasil ini mendukung pendapat bahwa Suku Dayak, Batak dan Toraja termasuk ke dalam kelompok Proto Melayu berdasarkan kulturhistoris dan sosiopolitiknya (Daldjoeni, 1991).

Heterozigositas terendah yaitu pada lokus D16S539 (0,8359) dan heterozigositas tertinggi yaitu adalah lokus D2S1338 (0,8971). Menurut Nei (1987), keragaman genetik rendah apabila nilai heterozigositas mendekati 0, sedangkan jika mendekati 1 maka menggambarkan keragaman genetik tinggi. Ketiga lokus yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai nilai heterozigositas yang mendekati angka 1, yang berarti bahwa ketiga lokus DNA mikrosatelit autosom pada masyarakat Dayak Kaharingan di Kota Palangka Raya menunjukkan keragaman genetik yang tinggi. Faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya nilai heterozigositas pada masing-masing lokus disebabkan karena adanya perbedaan jumlah atau keragaman alel yang ditemukan pada masing-

masing lokus. Faktor frekuensi pada masing-masing alel yang tidak merata juga dapat mempengaruhi nilai heterozigositas dari suatu lokus (Junitha dan Alit, 2011). Hal ini juga didukung oleh Nei (1987) yang menyatakan bahwa jumlah sampel, serta jumlah dan frekuensi alel mempengaruhi nilai heterozigositas.

Nilai *Power of Discrimination* (PD) tertinggi adalah D2S1338 (0,9682), lalu diikuti dengan lokus D13S317 (0,9339) dan nilai PD terendah yaitu lokus D16S539 (0,9226). Semakin tinggi nilai heterozigositas maka nilai kekuatan pembeda semakin tinggi. Menurut Rudin and Crim (2002), apabila nilai heterozigositas dan PD yang dihasilkan tinggi, maka lokus tersebut semakin baik digunakan dalam analisis DNA. Ketiga lokus yang digunakan dalam penelitian ini yaitu D2S1338, D13S317 dan D16S539 tergolong lokus-lokus yang cocok untuk digunakan dalam analisis DNA masyarakat Dayak Kaharingan di Kota Palangka Raya, terutama untuk kepentingan forensik.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pada masyarakat Dayak Kaharingan di Kota Palangka Raya ditemukan 29 ragam alel yaitu 11 alel pada lokus D2S1338 serta masing-masing sembilan alel pada lokus D13S317 dan D16S539. Nilai heterozigositas pada masing-masing lokus adalah 0,8971 pada D2S1338, 0,8457 pada D13S317 dan 0,8359 pada D16S539. Ketiga lokus yang digunakan dapat diaplikasikan dalam analisis DNA masyarakat Dayak Kaharingan di Kota Palangka Raya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh masyarakat Dayak Kaharingan di Kota Palangka Raya yang telah membantu dan bersedia sebagai probandus, Kepala Laboratorium Molekuler Pusat Penelitian Primata, serta Kepala Laboratorium Serologi dan Biologi Molekuler Forensik, Kampus Bukit Jimbaran, Universitas Udayana.

KEPUSTAKAAN

- Bowcock, A.M., A. Rulz-Linares, J. Tomforhrde, E. Minch, J.R. Kidd and L.L. Cavalli-Sforza. 1994. High Resolution of Human Evolutionary Trees with Polymorphic Microsatellites. *Nature* 368: 455-457.
- Budowle, B., T.R. Moretti, A.L. Baumstark, D.A. Defenbaugh and K.M. Keys. 1999. Population Data on the Thirteen CODIS Core Short Tandem Repeat Loci in African Americans, U.S. Caucasians, Hispanics, Bahamians, Jamaicans and Trinidadians. *J. Forensic Sci.* 44: 1277-1286.
- Butler, J.M. 2004. Short Tandem Repeat Analysis for Human Identity Testing. *Curr. Protoc. Hum. Genet.* 14: 14-18.
- Butler, J.M. 2005. *Forensic DNA Typing*. 2nd Edition. Elsevier Academy Press. New York.
- Butler, J.M. 2006. Genetics and Genomics of Core Short Tandem Repeat Loci Used in Human Identity Testing. *J. Forensic Sci.* 51(2): 253-265.

- Butler, J.M. and C.R. Hill. 2012. Biology and Genetics of New Autosomal STR Loci Useful for Forensic DNA Analysis. *Forensic Sci. Rev.* 24(1): 15-26.
- Cashman, S.M., A. Patino, A. Martinez, M. Garcia-Delgado, Z. Miedzbrodzka, M. Schwarz, A. Shrimpton, C. Ferec, O. Raguene, M. Macek, N. Morral and M. De Arce. 1995. Identical Intragenic Microsatellite Haplotype Found in Cystic Fibrosis Chromosomes Bearing Mutation G551D in Irish, English, Scottish, Breton and Czech Patients. *Hum. Hered.* 45: 6-12.
- Çakır, A.H., F. Şimşek, A. Çelebioğlu and B. Taşdelen. 2002. Analysis of The Three STR Loci (D16S539, D7S820, D13S317) in A Population Sample of Marmara Region of Turkey. *J. Cell Mol. Biol.* 1: 25-30.
- Coomans, M. 1987. *Manusia Dayak: Dahulu, Sekarang, Masa Depan.* Gramedia. Jakarta.
- Coronese, S. 1986. *Kebudayaan Suku Mentawai.* Grafidian Jaya. Jakarta.
- Daldjoeni, N. 1991. *Ras-ras Umat Manusia: Biogeografis, Kulturhistoris, Sosiopolitis.* Citra Aditya Bakti. Bandung.
- Dwitiani, M.Ç. 2012. Variasi Genetik Masyarakat Bali Mula di Desa Sembiran Buleleng dengan Penanda DNA Mikrosatelit. *J. Biol.* XVI (1): 9 – 14.
- Edwards, A., A. Civitello, H.A. Hammond and C.T. Caskey. 1991. DNA Typing and Genetic Mapping with Trimeric and Tetrameric Tandem Repeats. *Amer. J. Hum. Genet.* 49: 746–756.
- Edwards, A., H.A. Hammond, L. Jin, C.T. Caskey and R. Chakraborty. 1992. Genetic Variation at Five Trimeric and Tetrameric Repeat Loci in Four Human Population Groups. *Genomics* 12: 241–253.
- Ellegren, H. 2004. Microsatellites: Simple Sequences with Complex Evolution. *Nat. Rev. Genet.* 5: 435-445.
- Ferdous, A., M.E. Ali, S. Alam, M. Hasan, T. Hossain and S. Akhteruzzaman. 2010. Allele Frequencies of 10 Autosomal STR Loci from Chakma and Tripura Tribal Populations in Bangladesh. *Mol. Biol. Int:* 1-5.
- Field, D. and C. Wills. 1998. Long Polymorphic Microsatellites in Simple Organisms. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 263: 209-215.
- Gill, P., P.L. Ivanov, C. Kimpton, R. Piercy, N. Benson, G. Tully and I. Evett. 1994. Identification of the Remains of the Romanov Family by DNA Analysis. *Nat. Genet.* 6: 130-135.
- Hearne, C.M., S. Ghosh and J.A. Todd. 1992. Microsatellites for Linkage Analysis of Genetic Traits. *Trends Genet* 8: 288-294.
- Innis, M.A., D.H. Gelfand, J.J. Snisky and T.J. White. 1990. *PCR Protocols: A Guide to Method and Application.* Academic Press Inc. Toronto.
- Junitha, I.K. 2007. Penggunaan DNA Mikrosatelit Untuk Penelusuran Kawitan Pada Soroh-soroh Masyarakat Bali (Kajian Pustaka). *J. Biol.* XI(2): 50-54.
- Junitha, I.K. dan S.K. Sudirga. 2007. Variasi DNA Mikrosatelit Kromosom Y pada Masyarakat Bali Terunyan. *Hayati J. Biosci.* XIV(2): 59-64.
- Junitha, I.K. dan I.B. Alit. 2011. Ragam Alel Mikrosatelit DNA Autosom pada Masyarakat Bali Aga Desa Sembiran Kabupaten Buleleng Bali. *Biota* 16(1): 63-69.
- 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.
- Lins, A.M., K.A. Micka, C.J. Sprecher, J.A. Taylor, J.W. Bacher, D.R. Rabbach, R.A. Bever, S.D. Creacy and J.W. Schumm. 1998. Development and Population Study of an Eight Locus Short Tandem Repeat (STR) Multiplex System. *J. Forensic Sci.* 43: 1168–1180.
- Masri, S. 1996. *Penduduk dan Perubahan.* Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Nei, M. 1987. *Molecular Evolutionary Genetics.* Columbia University Press. New York.
- Nyahu, A. 2012. Perspektif Etnoreligi Kaharingan pada Masyarakat Dayak Ngaju: Sebuah Catatan Etnografis. [Online], Available: "http://nyahudayak.blogspot.com/2012/05/perspektif-etnoreligi-kaharingan-pada.html?m=1" [28 April 2015].
- Parra, E., M.D. Shriver, A. Soemantri, S.T. McGarvey, J. Hundriseser, N. Saha and R. Deka. 1999. Analysis of Five Y-Specific Microsatellite Loci in Asian and Pasific Populations. *Am. J. Phys. Anthropol.* 110: 1-16.
- Riwut, T. 1979. *Maneser Panatau Tatu Hiang.* Pusaka Lima. Yogyakarta.
- Rosenberg, N.A., J.K. Pritchard, J.L. Weber, H.M. Cann, K.K. Kidd, L.A. Zhivotovsky and M.W. Feldman. 2002. Genetic Structure of Human Populations. *Science* 298: 2381-2385.
- Rudin, N. and K.I.M Crim. 2002. *An Introduction to Forensic DNA Analysis.* 2nd Edition. CRC Press. New York.
- Sambrook, J. and D.W. Russell. 2001. *Molecular Cloning a Laboratory Manual* 3rd Edition. Cold Spring Harbor Laboratory Press. New York.
- Tautz, D. and M. Renz. 1984. Simple Sequences are Ubiquitous Repetitive Components of Eukaryotic Genomes. *Nucleic Acids Res.* 12: 4127-4138.
- Tegelström, H. 1986. Mitochondrial DNA in Natural Population: an Improved Routine for Screening of Genetic Variation Based on Sensitive Silver Staining. *Electrophoresis* 7: 226-229.
- Tóth, G., Z. Gáspari and J. Jurka. 2000. Microsatellites in Different Eukaryotic Genomes: Survey and Analysis. *Genome Res.* 10: 967-981.
- Tuğ, A., Z. Erkol, A. Çetinyürek, Y.D. Alakoç, C. Elma, B. Büken and H. Erkol. 2010. Allele Distribution Data for 16 Short Tandem Repeat Loci in Bolu. *Turk J. Med. Sci.* 40(4): 659-664.
- Unadi, Y. C., I. Narayani dan I.K. Junitha. 2010. Variasi Genetik Suku Batak yang Tinggal di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung Berdasarkan Tiga Lokus Mikrosatelit DNA Autosom. *J. Biol.* XIV(1): 33-38.
- Wahyuni, I.G.A. M. 2010. Variasi Genetik Masyarakat Bali Aga di Desa Tenganan Pegringsingan Karangasem Berdasarkan DNA Mikrosatelit Autosom [Skripsi]. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana. Bali.
- Weber J. and C. Wong. 1993. Mutation of Human Short Tandem Repeats. *Hum. Mol. Genet.* 2(8): 1123-1128.