

Variasi Genetik Populasi Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) di Pulau Nusa Penida, Klungkung, Bali

(GENETIC VARIATION OF LONG TAIL MACAQUE (*MACACA FASCICULARIS*)
POPULATION IN NUSA PENIDA ISLAND, KLUNGKUNG, BALI)

Elisabeth Yulia Nugraha¹,
I Nengah Wandia^{2,4*}, I Gede Soma^{3,4}

¹Program Studi Magister Kedokteran Hewan

²Laboratorium Anatomi dan Embriologi Veteriner

³Laboratorium Fisiologi Veteriner

Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana

⁴Pusat Penelitian Satwa Primata

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat

Universitas Udayana

Jln. Sudirman, Denpasar, Bali, Indonesia 80234

*Email: yui.nugraha@gmail.com; wandia@fkh.unud.ac.id;

Tlp. (0361) 223791

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai heterozigositas, nilai migrasi antarpopulasi, dan pola kawin antaranggota populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida, Klungkung, Bali. Sebanyak empat belas sampel darah monyet ekor panjang diambil dari Pulau Nusa Penida yang terdiri dari sebelas sampel dari Pura Puncak Mundi dan tiga sampel dari Pura Paluang digunakan dalam penelitian. Sampel diekstraksi dengan menggunakan QIAamp DNA Blood Mini Kits produksi Qiagen. Lima lokus mikrosatelit (D10S611, D11S1366, D13S765, D17S1290, dan D18S536) diamplifikasi dengan teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR). PCR dilakukan sebanyak tiga puluh siklus dengan suhu *annealing* 50°C. Alel dipisahkan secara elektroforesis pada gel poliakrilamid 8% dan dimunculkan dengan perwarnaan perak (*silver staining*). Hasil penelitian menunjukkan heterozigositas populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida tinggi yakni 0,762 dengan pola kawin acak. Diferensiasi genetik antarpopulasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida rendah yakni 0,05. Jumlah migrasi antarpopulasi (aliran genetik) populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida tinggi yakni 4,75 dengan migrasi antarpopulasi sebesar lima individu/generasi. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa genetik populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida bervariasi.

Kata-kata kunci: variasi genetik; *Macaca fascicularis*; Pulau Nusa Penida

ABSTRACT

The purpose of this study is to discover about heterozygosity, migration between populations, and mating habits of *Macaca fascicularis* among the population in Nusa Penida Island, Klungkung, Bali. Fourteen blood samples from *Macaca fascicularis* were taken from Nusa Penida Island that consist of eleven samples from Puncak Mundi Temple and three samples from Paluang Temple were used in the study. Samples were extracted using QIAamp DNA Blood Mini Kits produced by Qiagen. Five loci microsatellite (D10S611, D11S1366, D13S765, D17S1290, and D18S536) were amplified using the Polymerase Chain Reaction (PCR) technique. Thirty cycles of PCR were carried out with an annealing temperature of 50°C. Alleles were separated by electrophoresis on eight percent polyacrylamide gel and presented with silver staining. The results showed high heterozygosity is 0.762 of *Macaca fascicularis* populations on Nusa Penida Island with random mating habits. Low genetic differentiation is 0.05. High the number of migrations between populations (genetic flow) of *Macaca*

fascicularis populations on Nusa Penida Island is 4.75 with migration between populations of five individual/generation. Based on the results of the study it was concluded that the genetics of the *Macaca fascicularis* population on Nusa Penida Island varies.

Keywords: genetic variants; *Macaca fascicularis*; Nusa Penida Island

PENDAHULUAN

Monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) adalah genus primata yang paling banyak ditemukan di dunia. Monyet ekor panjang mampu hidup di berbagai tipe habitat seperti di hutan dataran rendah primer, hutan sekunder, hutan *riparian*, hutan rawa, hutan pantai, hutan bakau, hingga dekat pemukiman manusia (Crockett dan Wilson, 1980; Fooden, 1995; Malaivijit-nond dan Hamada, 2008). Dalam ekosistem, monyet ekor panjang memiliki peranan penting sebagai penyebar biji-bijian, mediator penyerbukan dan pengendalian populasi serangga (Ahmar *et al.*, 2018).

Monyet ekor panjang di Pulau Bali berada dalam beberapa populasi lokal yang saling terpisah dan diduga berasal dari Pulau Jawa (Eudey, 1980; Fooden, 1995). Di Pulau Bali, populasi monyet ekor panjang umumnya berada di kawasan pura dan oleh insan pariwisata dimanfaatkan sebagai kawasan objek wisata (Mahayuni *et al.*, 2018). Keberadaan monyet ekor panjang di Pulau Bali memiliki makna yang penting bagi masyarakat. Hal ini karena monyet ekor panjang memiliki nilai ekologi, estetika, rekreasi (Kusumadewi *et al.*, 2014), dan keilmuan. Beberapa lokasi monyet ekor panjang di Pulau Bali dijadikan obyek wisata yang bertujuan untuk menambah ketertarikan wisatawan domestik maupun mancanegara untuk berkunjung sehingga mampu meningkatkan perekonomian dan kesejahteraan masyarakat sekitarnya.

Pulau Nusa Penida merupakan salah satu kecamatan yang ada di Kabupaten Klungkung, Bali. Pulau ini terletak disebelah tenggara Pulau Bali yang dipisah oleh Selat Badung. Keberadaan Pulau Nusa Penida dipisahkan oleh laut yang memberikan keterbatasan aksesibilitas dan keterisolasian dibandingkan dengan kecamatan-kecamatan lainnya yang ada di Kabupaten Klungkung, Bali (Tawan *et al.*, 2013). Keadaan geografis ini menyebabkan populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida terpisah dengan populasi lainnya yang ada di Pulau Bali.

Populasi yang terisolasi dapat meningkatkan peluang terjadinya kawin antar keluarga

(*inbreeding*) dan menurunkan diversitas atau variasi genetik dari suatu populasi (Dewi *et al.*, 2013; Dwiwandana *et al.*, 2013). Dalam suatu populasi apabila tidak terjadi kawin acak dan tidak terjadinya migrasi maka besar kemungkinan terjadinya perkawinan *inbreeding*. Keadaan seperti ini, jika terus terjadi dapat menyebabkan rendahnya variasi genetik dan rendahnya *heterozigositas* dalam populasi tersebut sehingga mengancam kelestariannya. Jika tidak terjadi diversitas genetik pada suatu populasi atau spesies maka sangat mungkin akan terjadi kepunahan karena tidak dapat bertahan dari perubahan lingkungan.

Kelangsungan hidup suatu spesies dijamin dari tingkat variasi genetik. Variasi genetik diperlukan bagi suatu populasi untuk menghadapi perubahan lingkungan. Variasi genetik merupakan suatu tingkatan biodiversitas yang merujuk pada jumlah total struktur genetik dalam keseluruhan suatu spesies. Variasi genetik yang tinggi pada suatu populasi akan membuat potensi evolusi yang baik terhadap faktor-faktor yang bersifat *stokastik* (Dewi *et al.*, 2013). Besarnya variasi genetik di dalam suatu spesies tergantung pada jumlah individu, kisaran penyebaran geografi (migrasi), tingkat isolasi dari populasi dan sistem *breeding*-nya. Penyusunan strategi konservasi ditentukan oleh adanya pengungkapan variasi genetik.

Pengungkapan variasi genetik dengan menggunakan DNA mikrosatelit sebagai penanda molekuler telah digunakan secara luas pada berbagai studi genetik populasi. Kelebihan DNA mikrosatelit ini yakni mudah diamplifikasi dengan *polymerase chain reaction* (PCR) serta runtutan DNA pendek berulang dengan panjang 1-5 pasang basa dan memiliki panjang total sekitar 10-100 bp (Sumantri *et al.*, 2008). Teknik DNA mikrosatelit banyak digunakan sebagai marka pembantu seleksi karena keberadaannya melimpah, bersifat kodominan dan sangat polimorfik (Bennet, 2000). Mikrosatelit merupakan marka genetik yang sering digunakan untuk mempelajari sistem perkawinan dan struktur populasi (Steffen *et al.*, 1993), pautan (*linkage*), pemetaan kromosom, dan analisis populasi (Silva *et al.*, 1999).

Hingga saat ini laporan mengenai variasi genetik populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida menggunakan DNA mikrosatelit belum pernah dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengetahui variasi genetik populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida, Kabupaten Klungkung, Bali.

METODE PENELITIAN

Penelitian observasional dilakukan di Pulau Nusa Penida dan di Laboratorium Genetika dan Kultur Jaringan, Pusat Penelitian Satwa Primata (PPSP), Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM), Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, pada bulan Juli-November 2018. Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel darah populasi monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) yang berada di Pura Puncak Mundi dan Pura Paluang, Pulau Nusa Penida. Sampel diambil dengan menggunakan teknik *convenient* sampling yaitu mengambil sampel berdasarkan keberhasilan dalam menangkap atau menulup monyet ekor panjang.

Prosedur penelitian dimulai dengan mengkoleksi sampel darah populasi monyet ekor panjang yang ada di Pulau Nusa Penida. Pengambilan sampel darah monyet ekor panjang dilakukan dengan menggunakan pembiusan pada monyet menggunakan ketamine HCL (dosis 10 mg/kg bobot badan), dikombinasikan dengan xylazine (dosis 1-2 mg/kg bobot badan) dengan cara ditulup. Darah sebanyak 3 mL diambil dari vena femoralis dengan menggunakan spuit 3 mL kemudian dimasukkan ke dalam tabung yang telah diberi Etilena Diamina Tetra Asetat (EDTA).

Ekstraksi DNA menggunakan QIAamp DNA Blood Mini Kits produksi Qiagen kemudian melakukan amplifikasi lokus mikrosatelit. Kelima Lokus mikrosatelit (D18S536, D11S1366, D13S765, D17S1290, dan D10S611) masing-masing diamplifikasi melalui PCR dengan menggunakan satu set primer yang mengapit lokus mikrosatelit dengan DNA-Sense (*Primer Forward*) dan DNA-Antisense (*Primer Reverse*) (Bradley *et al.*, 2000). Proses PCR dilakukan selama tiga puluh siklus dengan tahap sebagai berikut: tahapan *Denaturasi* (94°C) selama 30 detik, *Annealing* (50°C) selama 30 detik, dan *Elongasi* (72°C) selama 30 detik,

sedangkan *post* PCR: *Elongasi* (72°C) selama 5 menit. Hasil amplifikasi kemudian dielektroforesis dengan gel poliakrilamid 8% selama 75 menit dengan tegangan 175 volt. Pita pada gel poliakrilamid 8% dimunculkan dengan pewarnaan perak (*silver staining*).

Alel pada masing-masing lokus mikrosatelit dalam populasi diidentifikasi berdasarkan perbedaan migrasi pita setelah dielektroforesis dengan gel poliakrilamid 8% selama 75 menit. Analisis frekuensi alel tiap lokus dalam satu sub populasi, nilai heterozigositas, dan nilai diferensiasi genetik dihitung menggunakan rumus Nei (1987). Penentuan proporsi pola kawin ditentukan sesuai hukum Hardy-Weinberg dan diuji menggunakan rumus *Chi square* dengan titik kritis 0,05 (Allendorf *et al.*, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 1) ditemukan jumlah alel pada lokus mikro-satelit D10S611 sebanyak lima alel dengan panjang basa berkisar antara 183-199 bp. Jumlah alel pada lokus mikrosatelit D11S1366 sebanyak empat alel dengan panjang basa berkisar antara 227-239 bp. Jumlah alel pada lokus mikrosatelit D13S765 sebanyak empat buah dengan panjang basa berkisar antara 239-251 bp. Penelitian serupa juga telah dilaporkan pada populasi monyet ekor panjang di Pura Pulaki, Gerokgak, Buleleng, Bali, menggunakan lokus mikrosatelit D13S765 dengan panjang alel berkisar antara 238-258 bp dengan jumlah alel sebanyak lima alel (Monica *et al.*, 2012). Jumlah alel pada lokus mikrosatelit D17S1290 sebanyak lima alel dengan panjang basa berkisar antara 237-253 bp. Jumlah alel pada lokus mikrosatelit D18S536 sebanyak empat alel dengan panjang basa berkisar antara 164-176 bp. Penelitian serupa juga telah dilaporkan pada populasi monyet ekor panjang di Alas Kedaton, Kediri, Tabanan, Bali menggunakan lokus mikrosatelit D18S536 dengan panjang alel berkisar antara 160-176 bp dengan jumlah alel sebanyak lima alel (Gaol *et al.*, 2013).

Lokus dinyatakan polimorfik apabila jumlah alel dalam populasi pada lokus tersebut lebih dari satu dengan frekuensi alel paling umum kurang atau sama dengan 0,95 (Wandia *et al.*, 2009). Keragaman alel mikrosatelit dapat dilihat dari perbedaan jarak migrasi alel pada gel. Pemisahan jarak migrasi alel terjadi karena

Tabel 1. Genotip populasi monyet ekor panjang di Pura Puncak Mundi dan Pura Paluang, Pulau Nusa Penida, Klungkung, Bali

Lokus Mikrosatelit	Genotipe	Jumlah Genotipe Pura Puncak Mundi	Jumlah Genotipe Pura Paluang	Jumlah Genotipe Total
D10S611	183/187		1	1
	183/195		1	1
	187/187	1		1
	187/191	3		3
	187/195		1	1
	191/191	2		2
	199/199	1		1
D11S1366	227/227	2		2
	231/235	1	1	2
	231/239	3	1	4
	235/239	1		1
	239/239	1	1	2
D13S765	239/243	1		1
	243/243	1		1
	243/247	1		1
	243/251	4		4
	247/251		3	3
D17S1290	237/237	1		1
	241/245	3	2	5
	241/249	2	1	3
	245/249	1		1
	253/253	3		3
D18S536	164/164	2		2
	164/172		1	1
	164/176	1	1	2
	168/168	1		1
	168/172	1		1
	168/176	1	1	2
	172/172	3		3

adanya kecepatan pergerakan yang berbeda pada setiap alel yang berbeda (Gaol *et al.*, 2013).

Berdasarkan hasil perbandingan jumlah dan panjang alel pada lokus mikrosatelit D13S765 dan lokus mikrosatelit D18S536 dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Monica *et al.* (2012) dan Gaol *et al.* (2013) membuktikan bahwa penyebaran monyet ekor panjang dimulai dari barat ke timur sehingga penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Muhibudin (2005) dan Wandia (2007).

Frekuensi Alel

Hal yang paling penting dalam menentukan kekhasan suatu populasi adalah dengan mengetahui frekuensi alel populasi, sebab

dengan mengetahui frekuensi alel, karakterisasi populasi juga dapat dikenali. Frekuensi alel pada populasi monyet ekor panjang di Pura Puncak Mundi dan Pura Paluang bervariasi. Variasi frekuensi alel populasi monyet ekor panjang di Pura Puncak Mundi berkisar antara 0,063-0,5 dan pada populasi monyet ekor panjang di Pura Paluang berkisar antara 0,167-0,5. Frekuensi alel tertinggi pada populasi monyet ekor panjang di Pura Puncak Mundi dan Pura Paluang yakni 0,5. Frekuensi alel terendah yakni 0,063 pada populasi monyet ekor panjang di Pura Puncak Mundi dan 0,167 pada populasi monyet ekor panjang di Pura Paluang (Tabel 2).

Adanya perbedaan frekuensi alel antar populasi memberikan gambaran bahwa populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida

bukan berasal dari *gen pool* tunggal yang homogen. Hal ini diduga karena adanya *barrier* geografis dalam reproduksi, dan individu-individu cenderung bereproduksi dengan individu dari posisi geografis yang sama. Selain itu variasi frekuensi alel juga berhubungan dengan pola adaptasi terhadap lingkungan. Menurut Wijana (1999) bahwa populasi yang mendiami habitat yang sama atau berkesinambungan, menampakkan banyak kesamaan baik fenotip maupun genetik dan di antara populasi yang saling berjauhan pada habitat yang berbeda, banyak menampakkan perbedaan.

Heterozigositas

Variasi genetik populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida, di alam mereka mampu mempertahankan kehidupannya, dapat dilihat dari proporsi lokus polimorfik, jumlah alel per lokus dan heterozigositas. Rataan nilai hetero-zigositas populasi monyet ekor panjang di Pura Puncak Mundi yakni 0,719 dan di Pura Paluang sebesar 0,747. Rataan heterozi-gositas populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida sebesar 0,762 (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa nilai hetero-zigositas populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida tinggi. Populasi dengan nilai

heterozigositas semakin tinggi, maka variasi genetiknya juga tinggi. Suatu populasi apabila terjadi perkawinan secara acak dan terjadi migrasi di dalamnya, kecil kemungkinan terjadinya perkawinan *inbreeding* karena faktor yang dapat menyebabkan tingginya heterozogosititas adalah perkawinan *outbreeding* (perkawinan acak) (Mulliadi dan Arifin, 2010). Populasi dengan variasi genetik tinggi memiliki peluang hidup yang lebih baik untuk beradaptasi terhadap perubahan lingkungan (Imron, 1998).

Pola Kawin

Nilai *chi square* (X^2 hitung) didapatkan untuk menguji hukum Hardy-Weinberg yang berkaitan dengan pola kawin. Berdasarkan hasil penelitian, rataaan populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida menunjukkan pola kawin acak. Hal ini dapat dilihat dari nilai peluang menunjukkan nilai di atas 0,05 (Allendorf *et al.*, 2013) (Tabel 4).

Diferensiasi Genetik dan Aliran Gen

Hasil penelitian menunjukkan diferensiasi genetik populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida rendah ($F_{ST} = 0,05$) (Tabel 5). Rendahnya diferensiasi genetik antarpopulasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida

Tabel 2. Frekuensi alel populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida

Lokus Mikrosatelit	Alel	Pura Puncak Mundi		Pura Paluang		Total	
		Σ Individu	Frekuensi	Σ Individu	Frekuensi	Σ Individu	Frekuensi
D10S611	183			2	0,333	2	0,100
	187	5	0,357	2	0,333	7	0,350
	191	7	0,500			7	0,350
	195			2	0,333	2	0,100
	199	2	0,143			2	0,100
D11S1366	227	4	0,250			4	0,182
	231	4	0,250	2	0,333	6	0,273
	235	2	0,125	1	0,167	3	0,136
	239	6	0,375	3	0,500	9	0,409
D13S765	239	1	0,063			1	0,045
	243	8	0,500			8	0,364
	247	1	0,063	3	0,500	4	0,182
	251	6	0,375	3	0,500	9	0,409
D17S1290	237	2	0,100			2	0,077
	241	5	0,250		0,500	5	0,308
	245	4	0,200	2	0,333	6	0,231
	249	3	0,150	1	0,167	4	0,154
	253	6	0,300			6	0,231
D18S536	164	9	0,450	2	0,333	11	0,423
	168	4	0,200	1	0,167	5	0,192
	172	5	0,250	1	0,167	6	0,231
	176	2	0,100	2	0,333	4	0,154

berkaitan dengan variasi genetik antarpopulasi yang homogen. Adanya migrasi antarpopulasi menyebabkan terjadinya pertukaran alel sehingga populasi yang satu dengan yang lainnya mempunyai kesamaan struktur genetik. Nilai jumlah individu pada setiap generasi (N_m) minimum satu ekor per generasi telah dapat mencegah erosi diversitas genetik populasi sebagai akibat *random genetic drift* (Wright, 1951). Berdasarkan teori Wright (1951), maka aliran gen (*gene flow*) pada populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida dikategorikan tinggi. Dalam hal ini keragaman genetik total (H_T) nilainya 0,93; keragaman genetik dalam populasi (H_S) nilainya 0,89; keragaman genetik antarpopulasi ($D_{st}=H_t-H_s$) nilainya 0,05; diferensiasi genetik (F_{st}) nilainya 0,05; dan jumlah individu migrasi tiap generasi (N_m) nilainya 4,75 atau 5 individu per generasi. Tingginya aliran genetik menggambarkan adanya akses untuk bermigrasi antarpopulasi monyet ekor panjang yang satu dengan yang lainnya. Hal ini berkaitan dengan letak geografis Pulau Nusa Penida yang identik dengan daerah perbukitan, daerah tandus, wilayah dengan kelerengan yang tinggi, curam dan berbatu-batu (Tawan *et al.*, 2013). Terjadinya migrasi

antarpopulasi menyebabkan aliran gen antarpopulasi memiliki kesamaan struktur genetik.

SIMPULAN

Heterozigositas populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida tinggi dengan pola kawin acak. Diferensiasi genetik antarpopulasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida tergolong rendah (0,05) dengan laju migrasi antarpopulasi (aliran genetik) tinggi sebesar 4,75 atau sekitar lima individu per generasi.

SARAN

Untuk melengkapi data struktur genetik populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida, perlu dilakukan penelitian serupa menggunakan lokus yang berbeda dan/atau menggunakan sampel populasi yang berada di wilayah lainnya di Pulau Nusa Penida dengan menggunakan lokus yang sama. Data mengenai struktur genetika populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida harus terus dikaji untuk

Tabel 3. Heterozigositas populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida, Klungkung, Bali

Lokus Mikrosatelit	Pura Puncak Mundi	Pura Paluang	Total
D10S611	0,648	0,800	0,763
D11S1366	0,767	0,733	0,740
D13S765	0,642	0,600	0,770
D17S1290	0,816	0,733	0,800
D18S536	0,721	0,867	0,735
Rataan	0,719	0,747	0,762

Tabel 4. Pola perkawinan populasi monyet ekor panjang di Pulau Nusa Penida, Klungkung, Bali

Lokus Mikrosatelit	Pura Puncak Mundi		Pura Paluang	
	X ²	P	X ²	P
D10S611	5,291	0,507*	0,333	1,000*
D11S1366	6,597	0,36*	1,417	0,702*
D13S765	1,833	0,997*	1,500	0,221*
D17S1290	19,350	0,036 [^]	1,500	0,221*
D18S536	10,836	0,37*	2,833	0,092*

Keterangan: X²=nilai chi square; P=nilai peluang ; *=pola kawin acak; [^]= *inbreeding*

mengetahui lebih dini status keragaman genetik suatu populasi sebagai bahan pertimbangan dalam penyusunan langkah konservasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Genetika dan Kultur Jaringan, Pusat Penelitian Satwa Primata (PPSP), Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Udayana beserta jajarannya, Tim Primata Universitas Udayana, dan masyarakat Pulau Nusa Penida atas kesediaan fasilitas penelitian dan dukungan yang diberikan kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmar A, Hamidah A, Anggereini E. 2018. Studi Populasi Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis* Raffles, 1821) di Hutan Adat Desa Rantau Ikil, Kec. Jujuhan, Kabupaten Bung. Jambi. Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jambi.
- Allendorf FW, Luikart G, Aitken SN. 2013. *Conservation and the Genetics of Populations* 2nd. Willey and Backwell. United Kingdom.
- Bennet P. 2000. Microsatellites. *Journal of Clinical Pathology Molecular Pathology* 53: 177-183.
- Bradley BJ, Boesch C, Vigilant L. 2000. Identification and Redesign of Human Microsatellite Markers for Genotyping Wild Chimpanzees (*Pan troglodytes verus*) and Gorilla (*Gorilla Gorilla Gorilla*) DNA from Feces. *Conservation Genetics* 1: 289-292.
- Crockett CM, Wilson WL. 1980. *The ecological separation of Macaca nemestrina and Macaca fascicularis in Sumatra*. In: Lindburg DG. (Ed.): *The macaques: Studies in ecology, behavior and evolution*. New York: Van Nostrand Reinhold. Pp 148-181.
- Dewi EK, Soma IG, Wandia IN. 2013. Diversitas Genetik Populasi Monyet Ekor Panjang Menggunakan Marka Molekul Morosatelit D3S1768. *Indonesia Medicus Veterinus* 2(1): 43-57.
- Dwiwandana B, Suatha IK, Wandia IN. 2013. Karakteristik Lokus Mikrosatelit D7S1789 pada Populasi Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) di Wanara Wana, Padang Tegal, Ubud, Bali. *Indonesia Medicus Veterinus* 2(4): 375-384.
- Eudey AA. 2008. The Crab-eating Macaque (*Macaca fascicularis*): Widespread and Rapidly Declining. *Primate Conservation* 23: 129-132.
- Fooden J. 1995. Systematic review of South-east Asian long tail macaques, *Macaca fascicularis* (Raffles, [1821]). *Fieldiana: Zoology* 81: 1-206.
- Gaol ADL, Suatha IK, Wandia IN. 2013. Struktur Genetika Populasi Monyet Ekor Panjang di Alas Kedaton Menggunakan Marka Molekul Mikrosatelit D18S536. *Indonesia Medicus Veterinus* 2(1): 32-42.
- Imron. 1998. Keragaman Morfologis dan Biokimia Stock Keturunan Udang Windu (*Penaeus monodon*) Asal Laut yang Dibudidayakan di Tambak. [Tesis]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Kusumadewi MR, Wandia IW, Soma IG. 2014. Sebaran Geografi Populasi Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) di Semenanjung Badung. *Jurnal Ilmu dan Kesehatan Hewan* 2(1): 39-47.
- Mahayuni NPK, Watiniasih NL, Yusup DS. 2018. Populasi dan Perilaku Kera Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) di Desa Pancasari Sukasada Buleleng Bali. *Jurnal Simbiosis* 6(1): 12-15.
- Malaiwjitnond S, Hamada Y. 2008. Current situation and status of long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) in Thailand. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University* 8(2): 185-204.
- Monica WS, Widyastuti SK, Wandia IN. 2012. Keragaman Genetik Populasi Monyet Ekor Panjang di Pura Pulaki menggunakan Marka Molekul Mikrosatelit D13S765. *Indonesia Medicus Veterinus* 1(1): 37-54.
- Muhibbudin. 2005. Studi Perilaku Satwa Liar Kera Ekor Panjang (*Macaca fascicularis* (Raffles, [1821]) untuk Pengembangan Ekowisata di Kawasan Hutan Wisata Kaliurang Yogyakarta. Tesis. Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada.

- Mulliadi D, Arifin J. 2010. Pendugaan Keseimbangan Populasi dan Heterozigositas Menggunakan Pola Protein Albumin Darah pada Populasi Domba Ekor Tipis (*Javanese Thin Tailed*) di Daerah Indramayu. *Jurnal Ilmu Ternak* 10(2): 65-72.
- Nei M. 1987. *Molecular Evolutionary Genetics*. Columbia University Press. New York.
- Silva F, Gusmao, Amorim A. 1999. Segregation Analysis of Tetra and Pentanucleotide Short Tandem Repeat Polymorphism: Deviation from Mendelian Expectations. *Elektrophoresis* 20: 1697-1701.
- Steffen P, Eggen A, Dietz AB, Womack JE, Stranzinger G, Fries R. 1993. Isolation and Mapping Polymorphic Microsatellites in Cattle. *Animal Genetics* 24: 121-124.
- Sumantri C, Farajallah A, Fauzi U, Salamena JF. 2008. Keragaman Genetik DNA Mikrosatelit dan Hubungannya dengan Performa Bobot Badan pada Domba Lokal. *Media Perternakan* 31(1): 1-13.
- Tawan IG, Suryadi M, Treman IW. 2013. Karakteristik Kawasan Karst di Pulau Nusa Penida Kecamatan Nusa Penida Kabupaten Klungkung (Kajian Geomorfologi). *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha* 1(1): 1-9.
- Wandia IN, Putra IGAA, Soma IG. 2009. Polimorfisme Genetik Populasi Monyet Ekor Panjang di Lokasi Pariwisata, Bali.. *Laporan Fundamental Dana DIPA Universitas Udayana Tahun Anggaran 2009*. Denpasar. Fakultas Kedokteran Hewan, Unud
- Wijana IMS. 1999. Keragaman Enzim dan Morfologi Belut, *Monopterus albus* Zuiew (*Synbranchident Synbranchidae*). [Tesis]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Wright S. 1951. The Genetical Structure of Populations. *Annals of Eugenics* 15: 323-354.