

Kambing Gembrong dan Eksistensinya di Pulau Bali

**Oleh:
Rini Herlina Mulyono**



**Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan
Fakultas Peternakan
Institut Pertanian Bogor
2024**

Judul karya ilmiah : Kambing Gembrong dan Eksistensinya di Pulau
Bali
Penulis : Dr Ir Rini Herlina Mulyono, MSi

Mengetahui:
Ketua DIPTP
Fakultas Peternakan IPB

Bogor, 15 Juni 2024
Penulis



Prof Dr.agr. Asep Gunawan, SPT., MSc.
NIP. 198007042005011005



Dr. Ir. Rini Herlina Mulyono, MSi
NIP. 19621124198032002

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	iv
PENDAHULUAN	1
ASAL USUL KAMBING GEMBRONG	3
UKURAN POPULASI DAN STATUS RESIKO POPULASI KAMBING GEMBRONG	4
UPAYA PELESTARIAN (KONSERVASI) KAMBING GEMBRONG	5
FENOTIPIK KUANTITATIF KAMBING GEMBRONG	6
WARNA RAMBUT KAMBING GEMBRONG	7
KARAKTERISTIK MOLEKULER KAMBING GEMBRONG	9
Pendekatan Mikrosatelit	9
Pendekatan DNA Mitokondria	18
KESIMPULAN	22
DAFTAR PUSTAKA	22

DAFTAR TABEL

1	Rataan dan simpangan baku bobot badan, panjang badan, tinggi pundak, kambing gembrong (Mahmilia <i>et al.</i> 2004)	6
2	Rataan dan simpangan baku tinggi pinggul, lebar dada, lingkar dada, panjang tanduk, panjang telinga, panjang ekor dan lebar ekor kambing gembrong (Mahmilia <i>et al.</i> 2004)	7
3	Sekuen <i>primer forward</i> dan <i>primer reverse</i> , pewarna, suhu penempelan primer dan kisaran panjang urutan DNA dari 13 marker mikrosatelit yang digunakan (Zein <i>et al.</i> 2012)	10
4	Distribusi frekuensi alel untuk lokus mikrosatelit ILSTS029, BMSS1494, MAF035, SRCRSP3, OARFCB20, ILSTS005 pada kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Zein <i>et al.</i> 2012)	11
5	Distribusi frekuensi alel untuk lokus mikrosatelit SPS113, CSRD247, INRA0132, MCM527, MAF70 pada kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Zein <i>et al.</i> 2012)	12
6	Distribusi frekuensi alel untuk lokus mikrosatelit ILSTS11 dan ETH10 pada kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Zein <i>et al.</i> 2012)	13
7	Jumlah alel pada masing-masing lokus pada kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Zein <i>et al.</i> 2012)	13
8	Rata-rata dan simpangan baku H_o (heterosigositas yang diamati) dan H_e (heterosigositas yang diharapkan) pada kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Zein <i>et al.</i> 2012)	14
9	Hasil F statistik pada 13 lokus marker mikrosatelit dari populasi kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Zein <i>et al.</i> 2012)	15
10	<i>Polymorphism Information Content</i> (PIC) masing-masing lokus pada kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Zein <i>et al.</i> 2012)	16
11	Identitas genetik dan jarak genetik antara kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Zein <i>et al.</i> 2012)	17
12	Matriks jarak genetik kambing gembrong haplotipe 1 dan 2, kambing kacang, kambing PE dan beberapa <i>breed</i> kambing lain (Dewi 2010)	20

DAFTAR GAMBAR

1	Informasi yang diperlukan untuk merancang strategi manajemen sumberdaya genetik ternak	2
2	Kambing gembrong jantan dan betina (kiri) dan pada saat dikawinkan (kanan)	8
3	Kambing gembrong jantan dari sisi kiri	8
4	Kambing gembrong jantan dari sisi depan	9
5	Pohon filogenik dari <i>breed</i> kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Zein <i>et al.</i> 2012)	17
6	Hasil amplifikasi mt DNA darah kambing gembrong jantan (GJ) dan betina (GB), kambing kacang (KC), kambing PE (PE), daging kambing (DK) serta hati kambing (HK) (Dewi 2010)	18
7	Sekuen polimorfik mtDNA D-loop kambing gembrong jantan (GJ) dan betina (GB), serta kambing PE dan kambing kacang (KC) (Dewi 2010)	19
8	Elektroferogram sekuen polimorfik mtDNA kambing gembrong haplotipe 1 (atas) dan haplotipe 2 (bawah) (Dewi 2010)	20
9	Pohon filogeni dari kambing gembrong (haplotipe 1 dan 2), kambing kacang, kambing PE dan beberapa <i>breed</i> kambing lain (Dewi 2010)	21

PENDAHULUAN

Kambing (*Capra hircus*) merupakan hewan yang paling banyak diminati masyarakat Indonesia yang memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan karena sudah teruji beradaptasi baik terhadap lingkungan dan budaya lokal. Karakterisasi fenotipik pada berbagai rumpun kambing lokal telah dilakukan untuk memunculkan kebanggaan berbasis kedaerahan di berbagai pelosok negara. Kambing gembrong adalah salah satu jenis kambing lokal yang memiliki penampilan spesifik dan eksistensinya di Indonesia hanya ditemukan di pulau Bali (aset pulau Bali). Kambing ini ditemukan di daerah kawasan timur pulau Bali terutama pada daerah pantai di Kabupaten Karangasem.

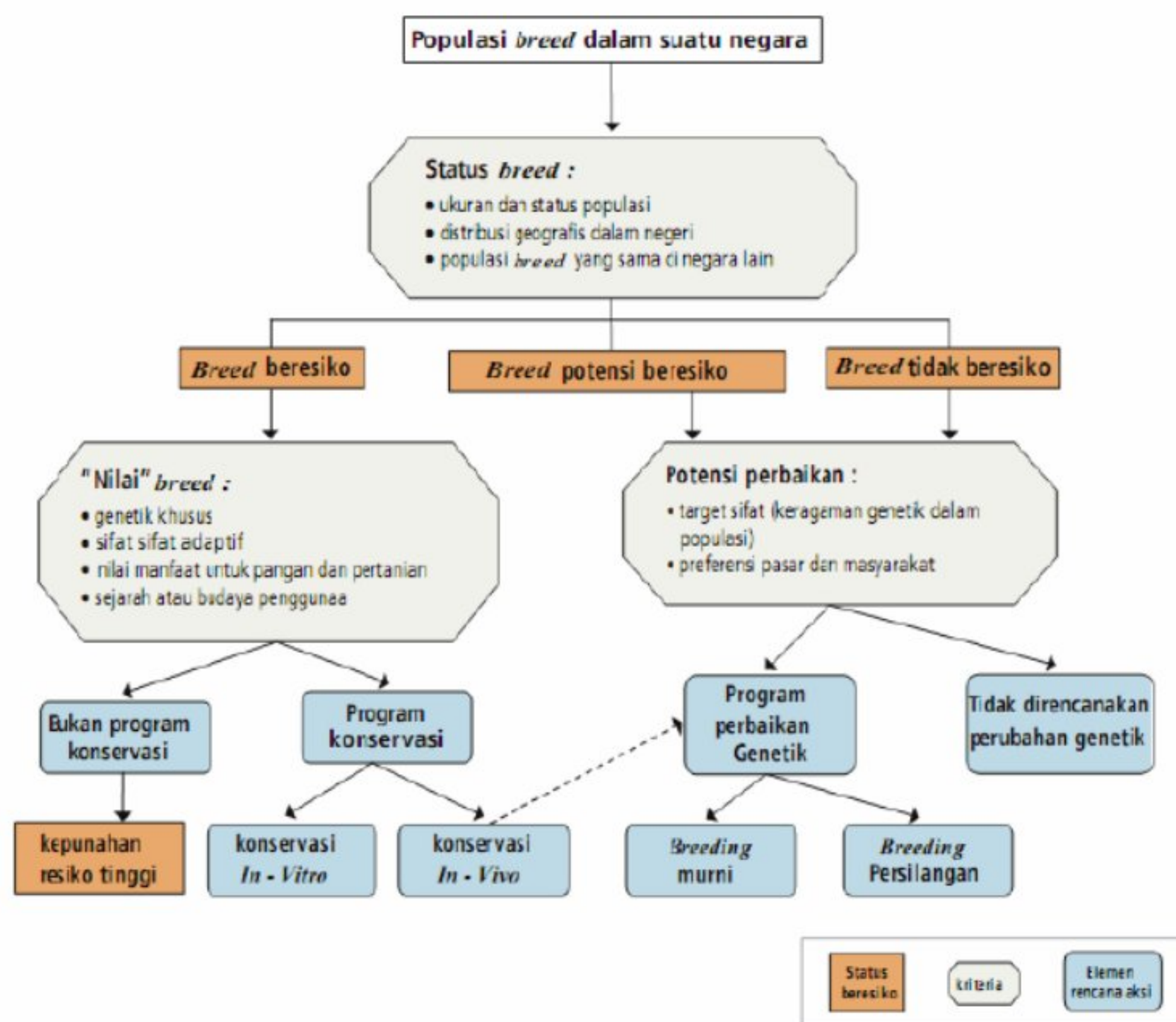
Kambing ini memiliki ciri khas dengan rambut yang panjang dan mengkilap terutama pada jantan. Rambut panjang kambing gembrong ini menutupi tubuh mulai dari kepala sampai dengan ekor. Panjang rambut kambing gembrong dapat mencapai 25—30 cm bila dibiarkan sehingga pencukuran rambut dilakukan setiap 12—16 bulan untuk mencegah rambut bagian kepala menutupi mata dan telinga. Kondisi panjang rambut kambing gembrong yang menutupi bagian kepala akan mempersulit kambing tersebut saat melakukan aktivitas makan.

Budaya dan kebiasaan peternak terhadap eksistensi kambing gembrong di Karangasem merupakan faktor yang berakibat pada penurunan jumlah populasi kambing gembrong. Nelayan di Karangasem sering menggunakan rambut kambing gembrong sebagai umpan saat memancing ikan di laut karena dipercaya mendapatkan kemudahan memperoleh ikan yang banyak sehingga harga rambut kambing gembrong dapat mencapai Rp 400.000,00 kg⁻¹. Masyarakat lokal mempercayai bahwa bila kambing gembrong jantan sering dikawinkan akan berakibat pada kerontokan rambut sehingga penduduk lokal menghindari terlalu sering mengawinkan kambing gembrong jantan. Peternak tidak berupaya untuk mencukur rambut pada bagian kepala kambing gembrong sehingga kambing gembrong kesulitan melakukan aktivitas makan. Introduksi kambing PE (Peranakan Etawah) dengan produktivitas yang lebih tinggi telah menggeser minat peternak untuk mempertahankan jumlah populasi kambing gembrong karena pemeliharaan kambing gembrong dilakukan bersama-sama dengan kambing peranakan etawa (PE), bahkan dipelihara bersama-sama dengan kambing kacang. Laju kepunahan kambing gembrong dipercepat dengan faktor perilaku peternak untuk menjual kambing gembrong pada saat memerlukan biaya untuk keperluan hidup. Faktor-faktor tersebut di atas yang mempercepat status eksistensi kambing gembrong ke arah kepunahan.

Komisi Sumberdaya Genetik dan Pangan FAO (2009) menyatakan bahwa informasi komprehensif sangat diperlukan untuk keperluan strategi konservasi dan program pengembangan *breed* berkelanjutan. Keputusan yang harus dilaksanakan untuk keperluan tersebut meliputi: (a) deskripsi karakteristik fenotipe tipikal dari populasi *breed*, (b) deskripsi lingkungan produksi, (c) dokumentasi berbagai karakteristik khusus (gambaran unik) dari populasi dalam batasan adaptasi dan produksi, (d) gambaran jantan dan betina tipikal dalam lingkungan produksi tipikal

mereka, (e) pengetahuan *indigenous* yang relevan berdasarkan strategi manajemen tradisional yang digunakan masyarakat lokal dalam pemanfaatan keragaman genetik dari ternak, (f) deskripsi manajemen berjalan (utilisasi dan konservasi) dari aksi dan pengguna yang terlibat, (g) deskripsi hubungan genetik yang diketahui antara *breed* dalam atau di luar negeri.

Kambing gembrong merupakan *breed* kambing lokal di pulau Bali yang memerlukan pengembangan lebih lanjut karena status resiko populasi yang kritis terancam. Informasi yang diperlukan untuk merancang strategi konservasi terhadap kambing gembrong, mengikuti diagram alir yang disajikan pada Gambar 1. Kambing gembrong masih terlalu dini untuk diusulkan sebagai rumpun ternak kambing nasional, karena kendala jumlah populasi yang tidak memadai. Papedangan judul "Kambing Gembrong dan Eksistensinya di Pulau Bali" lebih ditekankan pada upaya konservasi sumber daya genetik kambing gembrong, dengan menyajikan asal-usul kambing gembrong, ukuran populasi dan status resiko populasi kambing gembrong, upaya pelestarian (konservasi) kambing gembrong, karakterisasi kambing gembrong yang meliputi penampilan atau fenotipik dari sifat kuantitatif dan warna rambut, dan informasi mengenai karakterisasi molekuler dari kambing gembrong.



Sumber: Komisi Sumberdaya Genetik dan Pangan FAO (2009)

Gambar 1 Informasi yang diperlukan untuk merancang strategi manajemen sumberdaya genetik ternak

Pemanfaatan kambing gembrong di pulau Bali tidak hanya sebatas penghasil daging dan rambut yang pada saat ini hanya digunakan untuk memancing ikan, tetapi juga untuk tujuan inovatif lain seperti untuk menghasilkan kreasi-kreasi seni, dengan mempertimbangkan budaya lokal pulau Bali. Kambing gembrong berpotensi untuk dijadikan aset komoditas ternak andalan selain sapi Bali. Informasi hasil penelitian mengenai kambing gembrong dapat digunakan untuk tujuan strategi konservasi dan program pengembangbiakan pada populasi kambing gembrong di pulau Bali.

ASAL-USUL KAMBING GEMBRONG

Davendra dan McIeroy (1982) mengklasifikasikan kambing ke dalam *kingdom* Animals, *phylum* Chordata, *group* Cranita (Vertebrata), *class* Mammalia, *ordo* Artiodactyla, *sub-ordo* Ruminantia, *famili* Bovidae, *sub-famili* Caprinae, *genus* Capra atau Hemitragus, *spesies* *Capra hircus*, *Capra ibex*, *Capra caucasica*, *Capra pyrenaica* dan *Capra falconeri*. Kambing gembrong diklasifikasikan sebagai *spesies* *Capra hircus*. Kambing gembrong sebagai populasi langka atau hampir punah berada pada status terancam kritis (endangered). Kambing gembrong belum diusulkan sebagai rumpun kambing lokal Indonesia.

Kambing gembrong berasal dari daerah kawasan timur pulau Bali terutama di Kabupaten Karangasem. Kabupaten Karangasem beribukota di Amlapura dan di kabupaten ini terletak pura terbesar di Bali yaitu Pura Besakih. Batas wilayah kabupaten Karangasem adalah di sebelah utara berbatasan dengan laut Jawa, di sebelah selatan berbatasan dengan samudera Indonesia, di sebelah barat berbatasan dengan kabupaten Klungkung, Bangli dan Buleleng, dan di sebelah timur berbatasan dengan selat Lombok. Secara geografis Kabupaten Karangasem terletak pada posisi 80 00' 00''–80 41' 37,8'' LS dan 1150 35' 9,8''–1150 54' 8,9'' BT. Luasan Kabupaten Karangasem adalah 839,54 km² atau 14,90% dari Provinsi Bali (5.632,86 km²). Kabupaten Karangasem meliputi sekitar 7.070 ha (8,42%) merupakan lahan persawahan, dan bukan lahan persawahan 76.884 ha (91,58%) dengan topografi sangat bervariasi, berupa dataran, perbukitan, pegunungan (termasuk Gunung Agung) dan pantai sepanjang 87 km, yang sebagian di antaranya berpotensi dan telah ditetapkan sebagai kawasan wisata. Kambing gembrong ditemukan di pantai Karangasem.

Asal usul kambing gembrong belum dapat dipastikan, sehingga penelitian perlu dilakukan (Batubara 2011). Mahmilia *et al.* (2004) menyatakan bahwa kambing gembrong diduga merupakan persilangan antara kambing lokal dan kambing impor (angora). Pendapat umum menyatakan bahwa kambing gembrong diduga merupakan persilangan antara kambing kashmir dengan kambing turki berdasarkan ciri-ciri fisiknya. Ciri khas dari kambing ini adalah berambut panjang. Dijelaskan lebih lanjut bahwa ukuran permukaan tubuh kambing gembrong lebih kecil dari kambing PE tetapi lebih besar dibandingkan dengan kambing kacang. Dewi (2010) melaporkan bahwa pemeliharaan kambing gembrong dilakukan secara

ekstensif tradisional bersama-sama dengan kambing peranakan etawah (PE) dan kambing kacang.

Kambing gembrong dengan rambut lebat dan kadang menutupi matanya, paling sulit menghindar dari serangan predator (anjing hutan) sehingga populasinya semakin cepat berkurang. Rambut lebat tersebut digunakan masyarakat setempat sebagai umpan untuk memancing ikan di pantai dan hal tersebut merupakan budaya lokal setempat. Budaya lokal setempat juga beranggapan bahwa perkawinan kambing gembrong mengakibatkan kerontokan rambut pada jantan, sehingga jantan jarang dikawinkan. Kepercayaan ini mengakibatkan ukuran populasi kambing gembrong semakin berkurang dan terancam punah.

UKURAN POPULASI DAN STATUS RESIKO POPULASI KAMBING GEMBRONG

Populasi kambing gembrong ditemukan sangat kecil pada beberapa lokasi pemeliharaan dengan kondisi status *endangered* (kritis terancam). Berbagai laporan yang disitir dari pemberitaan pers nasional menyatakan bahwa ukuran populasi kambing gembrong terus menurun. *World Watch List for Domestic Animal Diversity* pada tahun 1997 yang disitir oleh Puslitbangnak (2012) menyatakan bahwa populasi kambing gembrong masih 100 ekor. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Bali melaporkan bahwa kambing gembrong masih berjumlah sekitar 200 ekor pada tahun 1970-an, tetapi menurun menjadi 80 ekor pada tahun 1996. Populasi kambing gembrong tersisa 64 ekor pada tahun 1998 dan sekarang diperkirakan sekitar 20 ekor. PT HRL Internasional yang berlokasi di Pacet Mojokerto, Jawa Timur merupakan Organisasi Non-Pemerintah pendukung upaya pelestarian kambing gembrong. Perusahaan tersebut telah berhasil membiakkan kambing gembrong sampai dengan 20 ekor.

Pelestarian terbatas telah dilakukan Yayasan Bali Tekno Hayati yang mendapat sponsor dari Yayasan Keanekaragaman Hayati (Kehati) pada tahun 1998–1999. Upaya konservasi dimulai dengan biaya sebesar Rp 25 juta. Yayasan tersebut membeli kambing gembrong dari nelayan, dan menitipkannya. Yayasan tersebut bekerja sama dengan BPTP Bali di Desa Sawe, Kabupaten Jembrana, dengan menempatkan tujuh ekor kambing yang dipelihara di kebun percobaan. Sangat disayangkan pelestarian kambing gembrong tidak dilakukan karena kambing gembrong disilangkan dengan kambing PE (Peranakan Etawa), sehingga dihasilkan kambing Gettah (Gembrong-Etawah) di Desa Bongancina, Kecamatan Bungsubiu, Kabupaten Buleleng.

Fakultas Peternakan UGM (2013) melaporkan bahwa populasi kambing gembrong berdasarkan data yang disimpan LIPI, berjumlah 29 ekor dengan (14 ekor kambing jantan dan 15 ekor betina) dilestarikan secara *in situ* di kabupaten Karangasem Bali, sedangkan pelestarian *ex situ* dilakukan di Mojokerto (20 ekor). Laporan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Bali menyatakan bahwa populasi kambing gembrong pernah mencapai 250 ekor pada awal tahun 1970-an, lalu mengalami penurunan menjadi 200 ekor pada tahun 1980-an dan tersisa 120

ekor pada tahun 1999. Selanjutnya menurun lagi menjadi 67 ekor pada tahun 1997, menjadi 54 ekor pada tahun 2003 dan hanya delapan ekor pada tahun 2010. Komisi Sumberdaya Genetik dan Pangan FAO (2009) membagi klasifikasi status resiko suatu populasi bangsa (*breed*) menjadi *breed* punah, *breed* kritis, *breed* berbahaya, *breed* menuju kritis atau *breed* menuju bahaya dan *breed* tidak beresiko. Perhitungan ukuran efektif populasi pada kambing gembrong menggambarkan nilai ukuran efektif populasi kambing gembrong jauh di bawah 50 yang merupakan nilai minimum ukuran efektif suatu populasi ternak. Rumus ukuran efektif populasi menurut Chapman (1985) disajikan pada uraian berikut ini.

$$N_e = \frac{4N_m N_f}{N_m + N_f}$$

Keterangan:

N_e = ukuran efektif populasi

N_m = jumlah jantan dewasa yang berhasil bereproduksi

N_f = jumlah betina dewasa yang berhasil bereproduksi.

Ukuran populasi kambing gembrong yang sangat sedikit diklasifikasikan sebagai *breed* kritis yaitu suatu *breed* dengan jumlah total betina bibit kurang dari 100 ekor atau jumlah total jantan bibit kurang dari lima ekor atau ukuran populasi secara keseluruhan mendekati atau sedikit di atas 100 ekor dan menurun terus, dengan persentase betina di bawah 80%.

UPAYA PELESTARIAN (KONSERVASI) KAMBING GEMBRONG

Upaya pertama yang harus dilakukan pada kambing gembrong adalah pelestarian (konservasi), berdasarkan status sebagai *breed* kritis atau terancam punah. Konservasi dapat dilakukan secara *in situ* yaitu pelestarian di habitat aslinya maupun *ex situ* yaitu pelestarian di luar habitat aslinya. Upaya tersebut untuk memperbanyak populasi dan mempertahankan serta meningkatkan ragam genetiknya. Komisi Sumberdaya Genetik dan Pangan FAO (2009) menyatakan bahwa aktivitas konservasi *ex-situ in vivo* paling umum diamati pada suatu flock peternakan di dunia berkembang, termasuk Indonesia, namun pemahaman lebih mendalam tentang implementasi konservasi *in vivo* masih diperlukan di negara berkembang.

Komisi Sumberdaya Genetik dan Pangan FAO (2009) menjelaskan bahwa ambang batas jumlah populasi yang dikaitkan dengan pembayaran insentif peternak pemelihara *breed* terancam atau kritis adalah 10.000 ekor untuk spesies kambing, dengan 1.000 ekor betina sehingga dapat berkelanjutan. Berkaitan dengan hal tersebut, Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Badan Litbang Pertanian bekerjasama dengan Direktorat Perbibitan, Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, melakukan koordinasi pengelolaan sumberdaya genetik kambing gembrong, dengan melibatkan seluruh pengemban kepentingan yang

terkait (Puslitbangnak 2012). Lembaga litbang seperti Puslitbangnak, Puslit Bioteknologi LIPI dan BPTP Bali, serta Perguruan Tinggi (Univ. Udayana, IPB, UNPAD), diusulkan untuk melakukan pelestarian kambing gembrong. Kegiatan pelestarian kambing gembrong dilakukan secara terkoordinasi. Upaya konservasi semen beku kambing gembrong telah dilakukan. Fakultas Peternakan UGM (2013) mengumpulkan semen beku kambing gembrong yang berasal dari tujuh ekor pejantan (dua ekor di Taman Ujung, empat ekor di Wisnu Sagara, dan satu ekor di Bugbug). Dijelaskan lebih lanjut bahwa upaya tersebut telah dilakukan sejak tahun 2012 bersama dengan Universitas Airlangga dan Balai Besar Inseminasi Buatan (BBIB) Singosari, Kementrian Pertanian. Lebih dari 500 *straw* sperma beku kambing gembrong telah berhasil dikumpulkan. Pengaturan perkawinan kambing gembrong dilakukan melalui inseminasi buatan pada betina-betina pada setiap daerah, untuk mengurangi tekanan silang dalam (*inbreeding*). Tekanan silang dalam akan berakibat pada mortalitas anak tinggi dan kematian pada induk. Pencatatan atau rekording silsilah perlu diperhatikan untuk mencegah *inbreeding* berkelanjutan.

FENOTIPIK KUANTITATIF KAMBING GEMBRONG

Rataan dan simpangan baku panjang badan, tinggi pundak, tinggi pinggul, lebar dada, lingkaran dada, panjang telinga, panjang tanduk, panjang ekor dan lebar ekor serta bobot badan, disajikan pada Tabel 1 dan 2 (Mahmilia *et al.* 2004). Dijelaskan lebih lanjut bahwa rata-rata bobot lahir tunggal dan kembar dua diperoleh masing-masing sebesar $2,0 \pm 0,53$ kg dan $1,5 \pm 0,42$ kg. Tingkat kematian prasapih diperoleh sebesar 20%. Mahmilia *et al.* (2004) menyatakan bahwa tingkat kematian yang tinggi merupakan salah satu penyebab pengurangan ukuran populasi kambing gembrong.

Tabel 1 Rataan dan simpangan baku bobot badan, panjang badan, tinggi pundak, kambing gembrong (Mahmilia *et al.* 2004)

Peubah	Umur (bulan)					Dewasa	
	3	6	9	12	18	♂	♀
Bobot badan (kg)	9,00	12,40	14,13	16,00	16,87	27,56± 3,70	-
Panjang badan (cm)	42,00	48,50	50,00	51,00	54,00	62,60± 1,14	71,50± 0,71
Tinggi pundak (cm)	47,00	49,00	49,25	49,25	52,67	64,20± 4,55	66,00± 7,07

Tabel 2 Rataan dan simpangan baku tinggi pinggul, lebar dada, lingkaran dada, panjang tanduk, panjang telinga, panjang ekor dan lebar ekor kambing gembrong (Mahmilia *et al.* 2004)

Peubah	Umur (bulan)					Dewasa	
	3	6	9	12	18	♂	♀
Tinggi pinggul (cm)	49,00	54,50	53,50	52,75	57,67	66,60± 4,56	69,00± 5,66
Lebar Dada (cm)	10,00	12,50	13,50	12,50	14,00	14,10± 3,25	17,00± 0,00
Lingkaran Dada (cm)	17,00	52,00	56,50	51,00	58,83	70,90± 3,47	76,50± 0,71
Panjang tanduk (cm)	2,00	3,15	5,50	4,62	7,33	10,12± 5,45	18,50± 2,12
Panjang telinga (cm)	10,50	13,00	16,00	17,25	18,00	17,10± 3,05	18,50± 3,54
Panjang ekor (cm)	8,00	11,00	11,75	11,25	12,17	12,10± 0,89	14,50± 0,71
Lebar ekor (cm)	3,50	3,50	3,75	4,37	4,50	4,10± 0,89	5,00± 0,00

WARNA RAMBUT KAMBING GEMBRONG

Penelitian Mahmilia *et al.* (2004) menyatakan bahwa warna rambut kambing gembrong didominasi dengan warna putih (61,51%), sebagian coklat muda (23,08%) dan coklat (15,38%). Pamungkas *et al.* (2009) menyatakan bahwa pola warna kambing gembrong adalah satu warna sekitar 69,23% dan sisanya terdiri atas dua warna 15,38% (Gambar 3) dan tiga warna 15,38%. Gambar 2, 3, 4 menyajikan profil kambing gembrong baik jantan maupun betina yang dilihat dari berbagai sisi. Menurut Pamungkas *et al.* (2009) kambing gembrong memiliki karakteristik kualitatif khas berupa rambut yang panjang. Panjang rambut kambing gembrong jantan berkisar 15–25 cm, dan pada bagian kepala, rambut menutupi muka dan telinga. Kambing gembrong betina memiliki rambut lebih pendek yaitu berkisar 2–3 cm.



Gambar 2 Kambing gembrong jantan dan betina (kiri) dan pada saat dikawinkan (kanan)



Gambar 3 Kambing gembrong jantan dari sisi kiri



Gambar 4 Kambing gembrong jantan dari sisi depan

KARAKTERISTIK MOLEKULER KAMBING GEMBRONG

Marka DNA berguna baik untuk penelitian dasar dan penelitian terapan. Pada paper ini, aplikasi molekuler genetik digunakan untuk mengkarakterisasi keragaman sumberdaya genetika kambing gembrong yang dibandingkan dengan *breed* kambing lain. Pendekatan molekuler yang disajikan pada paper ini adalah mikrosatelit dan DNA mitokondria. Pendekatan mikrosatelit menggunakan pustaka Zein *et al.* (2012) dan Sulabda *et al.* (2012), sedangkan pendekatan DNA mitokondria menggunakan Dewi (2010).

Pendekatan Mikrosatelit

Mikrosatelit adalah marka yang paling populer dalam studi karakteristik genetik ternak. Mikrosatelit masih merupakan marka pilihan untuk studi keragaman suatu populasi ternak. Mikrosatelit disebut juga perulangan sekuens sederhana (*Simple Sequence Repeat* atau *SSR*) yang terdiri atas satu untai DNA dengan beberapa panjang nukleotida (2–6 pasang basa atau pb) yang diulang beberapa kali secara acak (misal CACACACACACACA). Mikrosatelit berukuran kecil sehingga mudah untuk diamplifikasi dengan PCR dari DNA yang diekstraksi dari berbagai macam sumber, seperti darah, rambut, kulit bahkan feses (Komisi Sumberdaya Genetik dan Pangan FAO 2009).

Zein *et al.* (2012) menggunakan 13 marker mikrosatelit yang direkomendasikan FAO (Tabel 2). Pada Tabel 3 disajikan sekuen, pewarna, dan suhu penempelan primer yang digunakan untuk amplifikasi fragmen DNA mikrosatelit. Materi DNA berasal dari sampel darah.

Tabel 3 Sekuen *primer forward* dan *primer reverse*, pewarna, suhu penempelan primer dan kisaran panjang urutan DNA dari 13 marker mikrosatelit yang digunakan (Zein *et al.* 2012)

Marker	Sekuen 5'→3' Primer maju (<i>forward</i>) dan primer balik (<i>reverse</i>)	Pewarna	Suhu penempelan primer	MgCl ₂	Kisaran panjang urutan DNA (bp)
ILSTS029	F"TGTTTTGATGGAACACAG" R"TGGAATTAGACCAGGGTTGG"	Ned (kuning)	55°C	2.0 mM	135-185
BMS1494	F"CTCTGGAGCTTGCAAAAGACC" R"AAATGGATGACTCCTGGATGG"	6Fam (biru)	55°C	2.0 mM	235-300
MAF035	F"TCAGAATTTTGGAGCACAAATCTGG" R"AGTTACAAATGCAAGCATACCTG"	Pet (merah)	55°C	2.0 mM	90-130
SRCRSP3	F"CGGGGATCTGTTCTATGAAC" R"TGATTAGCTGGCTGAATGTCC"	Ned (kuning)	55°C	2.0 mM	95-135
OARFCB20	F"GGAAAACCCCATATATACCTATAC" R"AAATGTGTTAAGATTCCATACATGTG"	6Fam (biru)	55°C	2.0 mM	80-130
ILSTS005	F"GGAAGCAATGAAATCTATAGCC" R"TGTTCTGTGAGTTTGTAAAGC"	6Fam (biru)	55°C	2.0 mM	160-230
SPS113	F"CCTCCACACAGGCTTCTCTGACTT" R"CTTAACCTTGCTTGAGTTATTGCC"	Pet (merah)	58°C	2.0 mM	125-170
CSRD247	F"GGACTTGCCAGAACTCTGCAAT" R"CACTGTGTTTGATTAGTCAGG"	Vic (hijau)	58°C	2.0 mM	210-260
INRA0132	F"AACATTTTCTAGCTGATGGTGGC" R"TTCTGTTTGTAGTGTAAGCTG"	6Fam (biru)	58°C	1.5 mM	125-175
MCMS27	F"GTCCATTGCTCAAATCAATTC" R"AAACCACTTGACTACTCCCCAA"	Ned (kuning)	58°C	2.0 mM	155-195
MAF70	F"CACGGAGTCACAAAGAGTCAGACC" R"GCAGGACTCTACGGGGCCCTTTGC"	Pet (merah)	65°C	2.0 mM	120-190
ILSTS11	F"GCTTGCTACATGGAAAGTGC" R"AAACCACTTGACTACTCCCCAA"	6Fam (biru)	58°C	2.0 mM	250-300
ETH10	F"GTTCAGGACTGGCCCTGCTAACA" R"CTCCAGCCCACTTTCTCTTCTC"	Vic (hijau)	53°C	1.5 mM	190-220

Hasil penelitian Zein *et al.* (2012) meliputi variasi genetik pada lokus mikrosatelit dihitung dengan menggunakan frekuensi genotipe dan frekuensi alel antara individu-individu kambing yang dianalisis. Tabel 4, 5 dan 6 menyajikan distribusi frekuensi alel dengan menggunakan 13 marker mikrosatelit pada lima bangsa kambing Indonesia, yaitu kambing gembong bersama dengan kambing peranakan etawah (PE), kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta. Jumlah alel pada masing-masing lokus dan *breed* kambing lokal Indonesia disajikan pada Tabel 7.

Tabel 4 Distribusi frekuensi alel untuk lokus mikrosatelit ILSTS029, BMSS1494, MAF035, SRCRSP3, OARFCB20, ILSTS005 pada kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Zein *et al.* 2012)

Lokus	Bangsa kambing lokal Indonesia				
	ETG	JAW	KAC	KOS	GEM
ILSTS029					
151	86,49	88,75	81,25	82,50	81,58
153	1,35	0,00	0,0	0,0	0,0
161	8,11	3,75	0,0	0,0	0,0
163	0,0	1,25	17,50	0,0	0,0
165	0,0	1,25	0,0	0,0	0,0
167	1,35	0,00	0,0	0,0	0,0
169	1,35	1,25	0,0	0,0	0,0
177	1,35	2,50	1,25	0,0	18,42
179	0,00	0,00	0,0	17,50	0,0
181	0,00	1,25	0,0	0,0	0,0
BMSS1494					
254	4,55	10,94	0,0	0,0	0,0
270	4,55	0,00	0,0	0,0	0,0
274	4,55	14,06	5,13	0,0	18,42
278	86,36	75,00	94,87	100,00	81,58
MAF035					
105	74,36	76,25	100,00	100,00	84,21
107	25,64	23,75	0,0	0,0	15,79
SRCRSP3					
111	4,41	0,00	2,50	0,0	0,0
115	1,47	2,63	0,0	0,0	0,0
119	19,12	7,89	20,00	13,75	11,11
121	54,41	77,63	77,50	86,25	72,22
123	20,59	10,53	0,0	0,0	13,89
125	0,00	1,32	0,0	0,0	2,78
OARFCB20					
94	5,00	0,00	0,0	0,0	0,0
95	26,25	20,00	0,0	0,0	0,0
96	7,50	2,50	2,50	0,0	0,0
97	25,00	27,50	32,50	45,00	5,56
98	2,50	0,00	2,50	0,0	0,0
99	25,00	45,00	62,50	55,00	94,44
103	2,50	0,00	0,0	0,0	0,0
105	6,25	5,00	0,0	0,0	0,0
ILSTS005					
176	13,16	12,50	21,25	1,25	5,26
178	1,32	0,00	0,0	0,0	0,0
180	81,58	81,25	72,50	98,75	78,95
182	3,95	6,25	5,00	0,0	13,16
184	0,0	0,00	1,25	0,0	2,63

*ETG=peranakan etawah, JAW=jawarandu, KAC=kacang, KOS=kosta, GEM=gembrong.

Tabel 5 Distribusi frekuensi alel untuk lokus mikrosatelit SPS113, CSRD247, INRA0132, MCM527, MAF70 pada kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Zein *et al.* 2012)

Lokus	Bangsa kambing lokal Indonesia				
	ETG	JAW	KAC	KOS	GEM
SPS113					
141	30,88	43,59	57,50	36,25	100,00
143	29,41	29,49	36,25	45,00	0,0
145	26,47	17,95	3,75	0,0	0,0
147	7,35	7,69	1,25	0,0	0,0
149	5,88	0,00	0,0	18,75	0,0
151	0,00	1,28	1,25	0,0	0,0
CSRD247					
218	2,78	5,00	23,75	0,0	0,0
230	2,78	0,00	0,0	6,58	0,0
232	37,50	27,50	5,00	31,58	0,0
234	1,39	8,75	20,00	21,05	0,0
236	5,56	2,50	0,0	0,0	0,0
238	0,00	1,25	0,0	0,0	0,0
240	9,72	6,25	11,25	0,0	0,0
242	40,28	46,25	40,00	40,79	100,00
246	0,00	2,50	0,0	0,0	0,0
INRA0132					
139	86,36	92,31	98,72	100,00	100,00
141	0,00	5,13	0,0	0,0	0,0
143	1,52	0,00	1,28	0,0	0,0
147	0,00	2,56	0,0	0,0	0,0
153	12,12	0,00	0,0	0,0	0,0
MCM527					
154	37,18	27,50	11,25	21,25	7,89
156	14,10	52,50	67,50	78,75	50,00
158	0,0	0,00	0,0	0,0	34,21
164	1,28	1,25	21,25	0,0	0,0
166	1,28	1,25	0,0	0,0	0,0
168	37,18	17,50	0,0	0,0	7,89
169	7,69	0,0	0,0	0,0	0,0
170	1,28	0,0	0,0	0,0	0,0
MAF70					
140	21,79	21,25	0,0	3,75	0,0
144	8,97	2,50	0,0	1,25	0,0
146	5,13	12,50	7,50	8,75	76,32
148	1,28	1,25	0,0	0,0	0,0
150	33,33	38,75	80,00	73,75	23,68
152	12,82	7,50	0,0	0,0	0,0
154	7,69	3,75	11,25	0,0	0,0
156	8,97	11,25	1,25	12,50	0,0
158	0,0	1,25	0,0	0,0	0,0

*ETG=peranakan etawah, JAW=jawarandu, KAC=kacang, KOS=kosta, GEM=gembrong.

Tabel 6 Distribusi frekuensi alel untuk lokus mikrosatelit ILSTS11 dan ETH10 pada kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Zein *et al.* 2012)

Lokus	Bangsa kambing lokal Indonesia				
	ETG	JAW	KAC	KOS	GEM
ILSTS11					
268	2,50	0,0	0,0	0,0	0,0
269	3,75	1,28	7,50	3,75	0,0
270	1,25	0,0	0,0	0,0	0,0
271	5,00	17,95	10,00	3,75	81,58
274	5,00	0,0	0,0	0,0	0,0
275	6,25	12,82	5,00	38,75	0,0
276	7,50	0,0	2,50	0,0	0,0
277	35,00	53,85	61,25	53,75	18,42
279	15,00	7,69	13,75	0,0	0,0
280	3,75	0,00	0,00	0,0	0,0
281	12,50	6,41	0,00	0,0	0,0
282	2,50	0,0	0,00	0,0	0,0
ETH10					
201	0,0	0,0	0,00	0,0	5,26
205	0,0	0,0	2,50	10,26	0,0
207	42,50	74,36	93,75	83,33	94,74
208	5,00	0,0	0,00	0,0	0,0
209	46,25	21,79	2,50	5,13	0,0
210	5,00	0,0	0,00	0,0	0,0
211	1,25	3,85	1,25	1,28	0,0

*ETG=peranakan etawah, JAW=jawarandu, KAC=kacang, KOS=kosta, GEM=gembrong.

Tabel 7 Jumlah alel pada masing-masing lokus pada kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Zein *et al.* 2012)

Lokus	Bangsa kambing lokal Indonesia					Rata-rata	SD	Total jumlah alel
	ETG	JAW	KAC	KOS	GEM			
ILSTS029	5	7	3	2	2	3,8	2,2	10
BMS1494	4	3	2	1	2	2,4	1,1	4
MAF035	2	2	1	1	2	1,6	0,5	2
SRCSRSP3	5	5	3	2	4	3,8	1,3	6
OARFCB20	5	4	2	2	2	3,0	1,4	5
ILSTS005	3	3	3	2	4	3,0	0,7	4
SPS113	5	5	4	3	1	3,6	1,7	6
CSRD247	7	8	5	4	1	5,0	2,8	9
INRA0132	3	3	2	1	1	2,0	1,0	5
MCMS27	6	5	3	2	4	4,0	1,6	7
MAF70	8	9	4	5	2	5,6	2,8	9
ILSTS11	6	6	5	4	2	4,6	1,7	6
ETH10	3	3	4	4	2	3,2	0,8	5
Rata-rata	4,8 ± 1,7	4,9 ± 2,2	3,1 ± 1,2	2,5 ± 1,3	2,2 ± 1,1			6,0 ± 2,3

*ETG=peranakan etawah, JAW=jawarandu, KAC=kacang, KOS=kosta, GEM=gembrong.

Hasil penelitian Zein *et al.* (2012) menyatakan bahwa satu alel lokus MCM527 dengan ukuran 154 bp terdapat pada semua *breed* kambing yang diamati. Frekuensi terendah alel tersebut ditemukan pada kambing gembrong (7,89%), sedangkan pada kambing peranakan Etawah 36,36%, jawarandu 27,50%, kosta 21,25% dan kacang 8,97%. Jumlah rata-rata alel terendah juga ditemukan pada kambing gembrong yaitu $(2,2 \pm 1,3)$, sedangkan kambing jawarandu $(4,9 \pm 2,2)$, peranakan etawah $(4,8 \pm 1,7)$, kacang $(3,1 \pm 1,2)$ dan kosta $(2,5 \pm 1,3)$, seperti yang disajikan pada Tabel 7. Diversitas genetik dicerminkan dengan variabilitas jumlah alel. Populasi kambing gembrong memiliki diversitas genetik yang terendah karena memiliki jumlah individu yang terbatas. Populasi kecil seperti populasi kambing gembrong mengalami kecenderungan *inbreeding* yang tinggi. Variabilitas genetik juga ditentukan dengan nilai rata-rata H_o (heterosigositas yang diamati) dan H_e (heterosigositas yang diharapkan). Tabel 8 menyajikan hal tersebut.

Tabel 8 Rata-rata dan simpangan baku H_o (heterosigositas yang diamati) dan H_e (heterosigositas yang diharapkan) pada kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Zein *et al.* 2012)

Bangsa	Jumlah sampel	Rataan H_o	Rataan H_e
ETG	33	$0,512 \pm 0,204$	$0,540 \pm 0,212$
JAW	40	$0,463 \pm 0,207$	$0,491 \pm 0,207$
KAC	39	$0,379 \pm 0,208$	$0,345 \pm 0,225$
KOS	40	$0,395 \pm 0,214$	$0,309 \pm 0,250$
GEM	19	$0,372 \pm 0,173$	$0,249 \pm 0,196$

*ETG=peranakan etawah, JAW=jawarandu, KAC=kacang, KOS=kosta, GEM=gembrong.

Nilai H_o dan H_e dikaitkan dengan kepentingan analisis keragaman populasi. Nilai $H_o < H_e$ mengindikasikan bahwa telah terjadi perkawinan dalam kelompok (endogamy degree) sebagai proses seleksi intensif. Secara umum nilai H_e mengindikasikan penanda baik yang menjelaskan keragaman genetik dalam suatu populasi ternak. Nilai $H_e > H_o$ ditemukan pada populasi kambing PE dan jawarandu, sedangkan nilai $H_e < H_o$ ditemukan pada populasi kambing kacang, kosta dan gembrong. Hal ini berarti diversitas genetik kambing PE dan Jawarandu masih tinggi dibandingkan kambing kacang, kosta dan gembrong. Diversitas genetik kambing gembrong ditemukan terendah.

Analisis F statistik meliputi F_{IS} yaitu laju *inbreeding* antara populasi, F_{IT} yaitu laju *inbreeding* dalam populasi, sedangkan F_{ST} yaitu diferensiasi atau perbedaan genetik antara populasi. Hal tersebut disajikan pada Tabel 9. Semakin rendah nilai F_{ST} menunjukkan bahwa perbedaan genetik diantara *breed* kambing lokal yang diamati semakin sedikit. Berdasarkan perolehan nilai F_{IT} dan F_{IS} , dapat

disimpulkan bahwa laju nilai *inbreeding* dalam populasi kambing lebih tinggi daripada laju nilai *inbreeding* antara populasi.

Informasi nilai F_{ST} atau diferensiasi genetik dijadikan indikator penting dalam menjaga sumberdaya genetik ternak untuk pengembangan lebih lanjut. Variabilitas genetik merupakan langkah awal penting dalam konservasi dan eksploitasi biodiversitas ternak. PIC (Polymorphism Information Content) masing-masing lokus pada *breed* kambing lokal Indonesia memberikan informasi mengenai variabilitas genetik suatu populasi ternak. Nilai PIC dinyatakan memiliki informasi tinggi bila nilai $PIC > 0,5$; sedang bila nilai $PIC 0,25-0,5$; dan rendah bila nilai $PIC < 0,25$. Tabel 10 menyajikan nilai PIC masing-masing lokus pada *breed* kambing lokal Indonesia yang diamati.

Berdasarkan Tabel 10, dapat disimpulkan bahwa maka lokus ILSTS029, BMS1494, MAF035 dan INRA0132 mempunyai nilai PIC yang rendah ($PIC < 0,25$), sedangkan pada lokus SRCRSP3, OARFCB20, ILSTS005, SPS113, MCM527 dan ETH10 telah memberikan informasi cukup ($PIC=0,25-0,50$) dan pada lokus CSRD247, MAF70, ILSTS11 mempunyai nilai informasi tinggi yaitu $PIC > 0,5$ pada kambing lokal Indonesia.

Tabel 9 Hasil F statistik pada 13 lokus marker mikrosatelit dari populasi kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Zein *et al.* 2012)

Lokus	F_E	F_T	F_{ST}
ILSTS029	-0,0062	0,0522	0,0580
BMS1494	0,0360	0,1065	0,0732
MAF035	0,0036	0,1511	0,1480
SRCRSP3	0,0201	0,0647	0,0455
OARFCB20	0,0147	0,1304	0,1174
ILSTS005	-0,0760	-0,0193	0,0527
SPS11	0,0533	0,1765	0,1301
CSRD247	-0,0208	0,0994	0,1177
INRA0132	0,1862	0,2384	0,0641
MCM527	0,0206	0,2089	0,1922
MAF70	0,0972	0,2714	0,1930
ILSTS11	-0,0008	0,1664	0,1671
ETH10	0,0260	0,2262	0,2056
Rata-rata	0,0208	0,1532	0,1352

Berdasarkan Gambar 6, secara genetik kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong sudah menunjukkan keturunan yang berbeda. Dengan demikian pengembangan lebih lanjut dari kambing lokal tersebut harus berbasis pada kemurnian. Perlindungan kemurnian harus tetap dijaga, mempertimbangkan bahwa *breed* kambing lokal Indonesia ini telah terbentuk pada pengembangan masa lalu.

Tabel 11 menyajikan nilai identitas dan jarak genetik diantara *breed* kambing lokal Indonesia yang diamati. Berdasarkan Tabel 10 dapat dibentuk diagram pohon filogenetik antara *breed* kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Gambar 5). Gambar 5 mengindikasikan bahwa kambing gembrong memiliki jarak geentik yang paling jauh karena tidak memiliki darah kambing kacang. Sementara antara kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta memiliki jarak genetik yang dekat, yang membentuk kluster yang terpisah dari kambing gembrong.

Sulabda *et al.* (2012) menggunakan 14 marker mikrosatelit yang dipilih meliputi INRA005, INRA023, INRA063, ILSTS19, ILSTS87, CSRD247, HSC, MAF65, McM527, OarFCB20, SPS113, SRCRSP5, SRCRSP8, SRCRSP23. Sebanyak 26 ekor sampel rambut kambing gembrong dianalisis. Hasil penelitian Sulabda *et al.* (2012) menunjukkan bahwa semua lokus marker mikrosatelit yang diperiksa adalah polimorfik, kecuali pada SRCRSP23, INRA063 dan CSRD247. Pada pengamatannya Sulabda *et al.* (2012) membandingkan hasil penelitiannya dengan *breed* kambing lain yang telah diamati oleh peneliti lain. Rataan jumlah alel dari keseluruhan marka satelit yang diamati pada kambing gembrong (Sulabda *et al.* 2012) yaitu sebesar 2,57 yang ditemukan lebih rendah dibandingkan dengan *croatian spotted goat* dan kambing markhoz yaitu 8,1, lebih rendah dibandingkan dengan kambing barbari dari India yaitu 6,3, kambing raeini dari Iran yaitu 7,8; kambing mesir dan kambing itali yaitu 6,5. Lokus HSC menunjukkan tingkat tertinggi heterozigositas dan merupakan lokus yang paling informatif untuk bangsa kambing gembrong.

Tabel 10 *Polymorphism Information Content* (PIC) masing-masing lokus pada kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Zein *et al.* 2012)

Lokus	Bangsa kambing lokal Indonesia					PIC
	ETG	JAW	KAC	KOS	GEM	
ILSTS029	0,234	0,206	0,268	0,247	0,255	0,242
EMS1494	0,239	0,370	0,093	0,000	0,255	0,191
MAF035	0,309	0,297	0,000	0,000	0,230	0,167
SRCRSP3	0,571	0,357	0,310	0,209	0,412	0,372
OARFCB20	0,763	0,624	0,419	0,373	0,099	0,455
ILSTS005	0,290	0,294	0,376	0,024	0,330	0,263
SPS113	0,691	0,630	0,448	0,554	0,000	0,465
CSRD247	0,629	0,654	0,685	0,626	0,000	0,519
INRA0132	0,217	0,139	0,025	0,000	0,000	0,076
MCMS27	0,644	0,554	0,433	0,279	0,553	0,493
MAF70	0,775	0,740	0,318	0,404	0,296	0,507
ILSTS11	0,804	0,615	0,558	0,469	0,255	0,540
ETH10	0,519	0,344	0,117	0,274	0,095	0,270

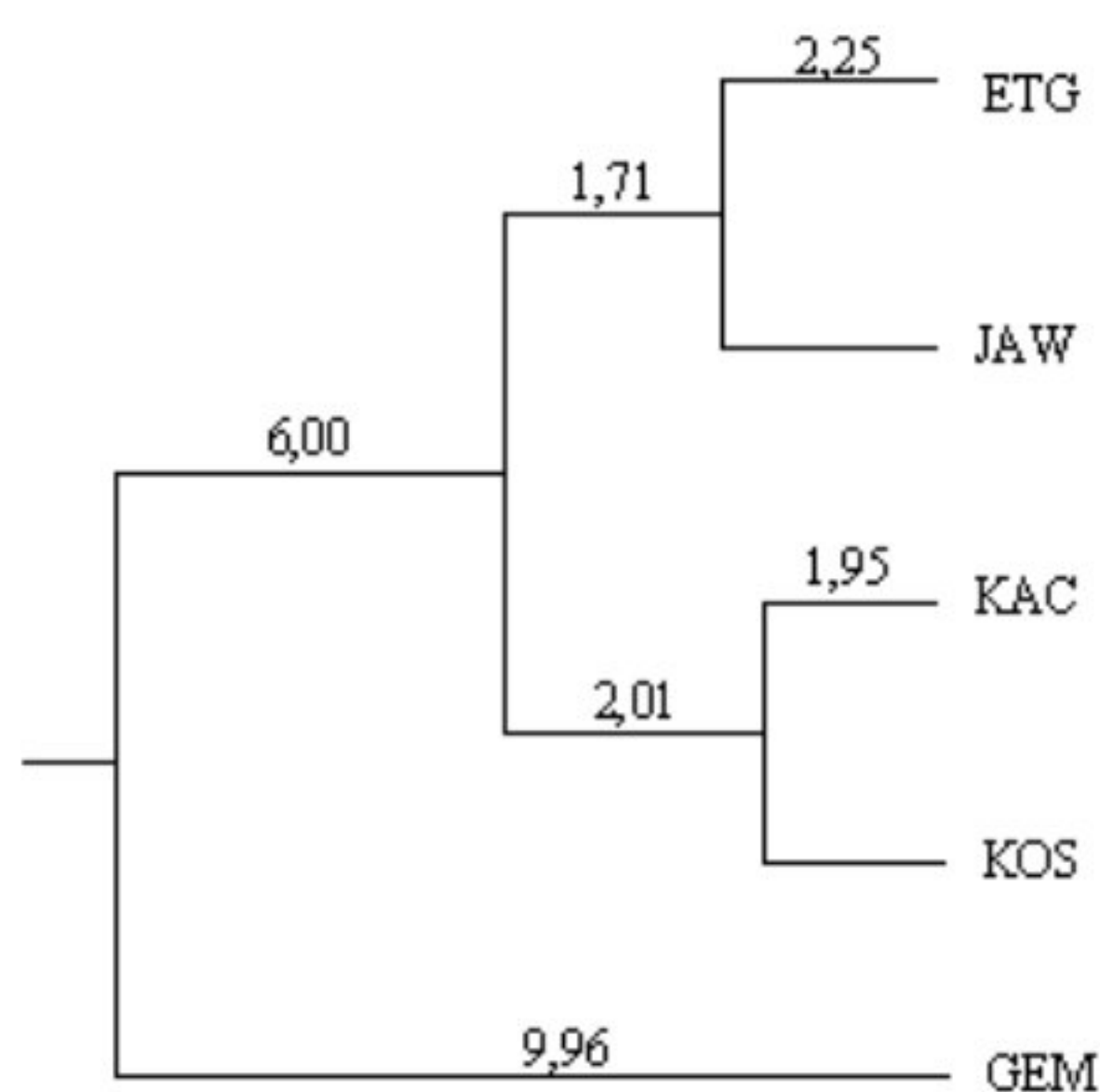
*ETG=peranakan etawah, JAW=jawarandu, KAC=kacang, KOS=kosta, GEM=gembrong.

Tabel 11 Identitas genetik dan jarak genetik antara kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Zein *et al.* 2012)

Bangsa	ETG	JAW	KAC	KOS	GEM
ETG	****	0,9560	0,8587	0,8767	0,7654
JAW	0,0450	****	0,9472	0,9542	0,8658
KAC	0,1523	0,0543	****	0,9618	0,8475
KOS	0,1316	0,0468	0,0389	****	0,8131
GEM	0,2673	0,1441	0,1655	0,2069	****

Identitas genetik (di atas diagonal) dan jarak genetik (di bawah diagonal)

*ETG=peranakan etawah, JAW=jawarandu, KAC=kacang, KOS=kosta, GEM=gembrong.



*ETG=peranakan etawah, JAW=jawarandu, KAC=kacang, KOS=kosta, GEM=gembrong.

Gambar 5 Pohon filogenik dari *breed* kambing PE, kambing jawarandu, kambing kacang dan kambing kosta serta kambing gembrong (Zein *et al.* 2012)

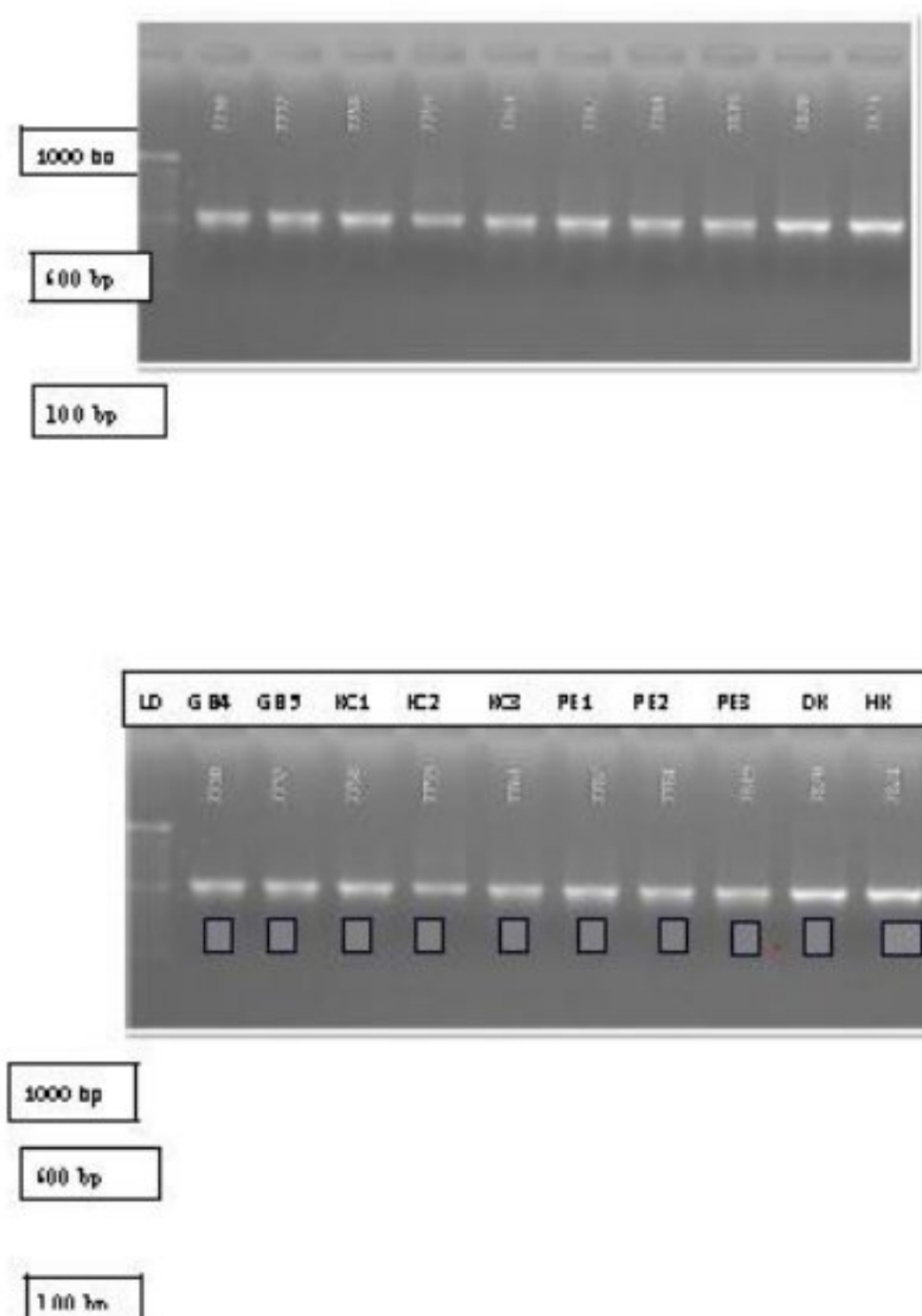
Nilai rata-ran heterosigositas kambing gembrong untuk H_o adalah 0,3351 dan H_e 0,3181, ditemukan lebih rendah dibandingkan dengan kambing portugis yaitu H_o 0,636 dan H_e 0,702, *croatian spotted goat* yaitu H_o 0,759 dan H_e 0,771. Berdasarkan kriteria nilai H_o dan H_e , maka nilai $H_e < H_o$ hanya ditemukan pada kambing gembrong yang mengindikasikan bahwa diversitas genetik kambing gembrong rendah.

Polymorphic information content (PIC) kambing gembrong yang diperkirakan dalam penelitian Sulabda *et al.* (2012) adalah 0,2782. Hal ini lebih rendah dibandingkan dengan nilai-nilai yang diperoleh pada bangsa lainnya. Rata-rata nilai PIC pada *croatian spotted goat* adalah 0,743, pada kambing korea adalah 0,350; pada kambing cina 0,620; pada kambing saanen 0,570; pada kambing tali

0,704; pada kambing lori 0,725; pada kambing raeini 0,778. Nilai rata-rata PIC 0,48 dilaporkan pada tiga bangsa kambing india (sirohi, jamnapari dan barbari) yang menggunakan marker mikrosatelit sapi dan pada kambing markhoz dari Iran adalah 0,767. Semakin rendah nilai PIC pada kambing gembrong menunjukkan bahwa keragaman genetik yang rendah dengan keturunan yang homogen. Juga keragaman genetik yang rendah dapat menunjukkan tingkat tinggi perkawinan sedarah (inbreeding).

Pendekatan DNA Mitokondria

DNA mitokondria (mtDNA) merupakan haplotipe yang dibawa mitokondria dalam sitoplasma sel, yang memiliki model pewarisan maternal dengan laju mutasi yang tinggi. DNA mitokondria tidak berekombinasi. Polimorfisme mtDNA secara ekstensif digunakan untuk analisis filogenetik dan keragaman genetik. Polimorfisme dalam sekuen region sangat bervariasi dari D-loop atau region kontrol dari mtDNA yang berkontribusi besar terhadap identifikasi silsilah dari spesies ternak domestik, pengembangan pola geografis dari keragaman genetik dan pemahaman deografis dari keragaman genetik dan pemahaman domestikasi ternak (Komisi Sumberdaya Genetik dan Pangan FAO 2009).



Gambar 6 Hasil amplifikasi mt DNA darah kambing gembrong jantan (GJ) dan betina (GB), kambing kacang (KC), kambing PE (PE), daging kambing (DK) serta hati kambing (HK) (Dewi 2010)

Hasil penelitian Dewi (2010) yang menggunakan 12 sampel darah kambing gembrong dan sampel darah kambing PE dan kambing kacang, menghasilkan produk elektroforesis amplifikasi PCR (Gambar 6). Seluruh D-loop mtDNA kambing yang diuji tersebut dapat diamplifikasi dengan PCR menggunakan primer CAP-F (5'-CGTGTATGCAAGTACATTAC-3') dan primer CAP-R (5'-CTGATTAGT CATTAGTCCATC-3'). Panjang produk PCR yang diamplifikasi adalah sekitar 550 bp.

Setelah produk PCR disekuen dihasilkan sekuen mtDNA D-loop kambing gembrong sepanjang 550 bp. Dari sekuen tersebut ditemukan satu tempat polimorfik (polimorphic site) dari dua haplotipe kambing gembrong yang diperoleh yaitu pada sekuen nomor 231 (Gambar 7), sedangkan gambar elektroferogram dari sekuen polimorfik disajikan pada Gambar 8.

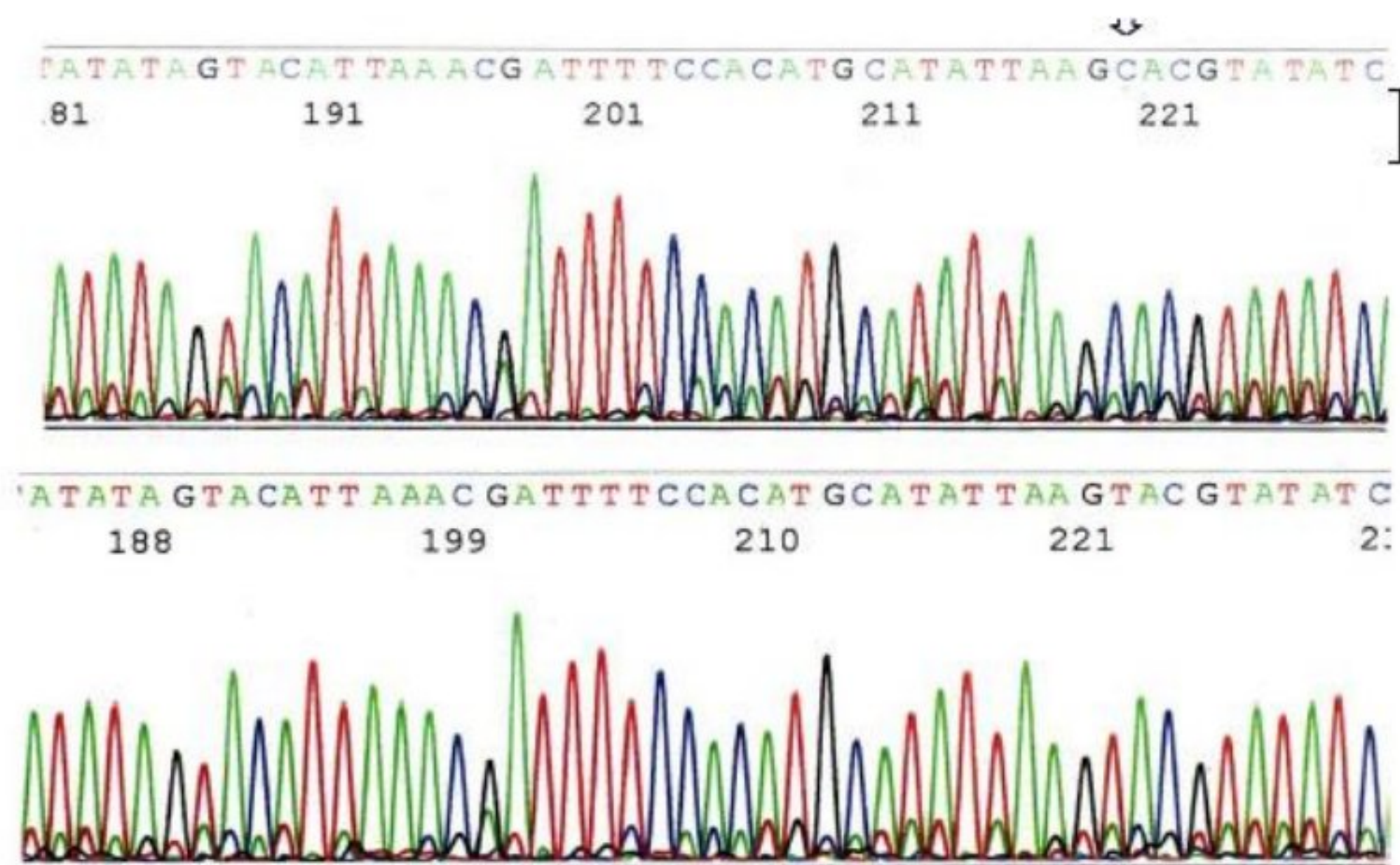
Kode	Sekuen
#GJ1	ATA TAG TAC ATT AAA CGA TTT TCC ACA TGC ATA TTA AGC ACG TAT ATC [240]
#GJ2	T [240]
#GJ3	T [240]
#GJ4	C [240]
#GJ5	 [240]
#GJ6	 [240]
#GJ7	 [240]
#GB1	 [240]
#GB2	 [240]
#GB3	 [240]
#GB4	 [240]
#GB5	 [240]
#KC1	 [240]
#KC2	 [240]
#KC3	 [240]
#PE1	 [240]
#PE2	 [240]
#PE3	 [240]

TATATA GTACAT TAAACG ATTT TCCACATG CATATTAAGCACGTATATC
81 191 201 211 221

Gambar 7 Sekuen polimorfik mtDNA D-loop kambing gembrong jantan (GJ) dan betina (GB), serta kambing PE dan kambing kacang (KC) (Dewi 2010)

Berdasarkan Gambar 7, diperoleh haplotipe 1 yang memiliki sekuen C (Citosin) sedangkan pada haplotipe 2 dengan sekuen T (Timin). Frekuensi haplotipe 1 adalah 83,3% (kambing gembrong1) yang terdiri atas lima jantan dan lima kambing betina (GJ1, GJ4, GJ5, GJ6, GJ7, GB1, GB2, GB3, GB4, GB5) dan sebanyak 16.7 % untuk haplotipe 2 (kambing gembrong 2) yang diwakili oleh dua sampel kambing jantan (GJ2 dan GJ3).

Dewi (2010) membentuk konstruksi pohon filogeni untuk melihat hubungan kekerabatan antara kambing gembrong dengan kambing kacang, kambing PE dan kambing yang berasal dari beberapa negara lain, dengan menggunakan program



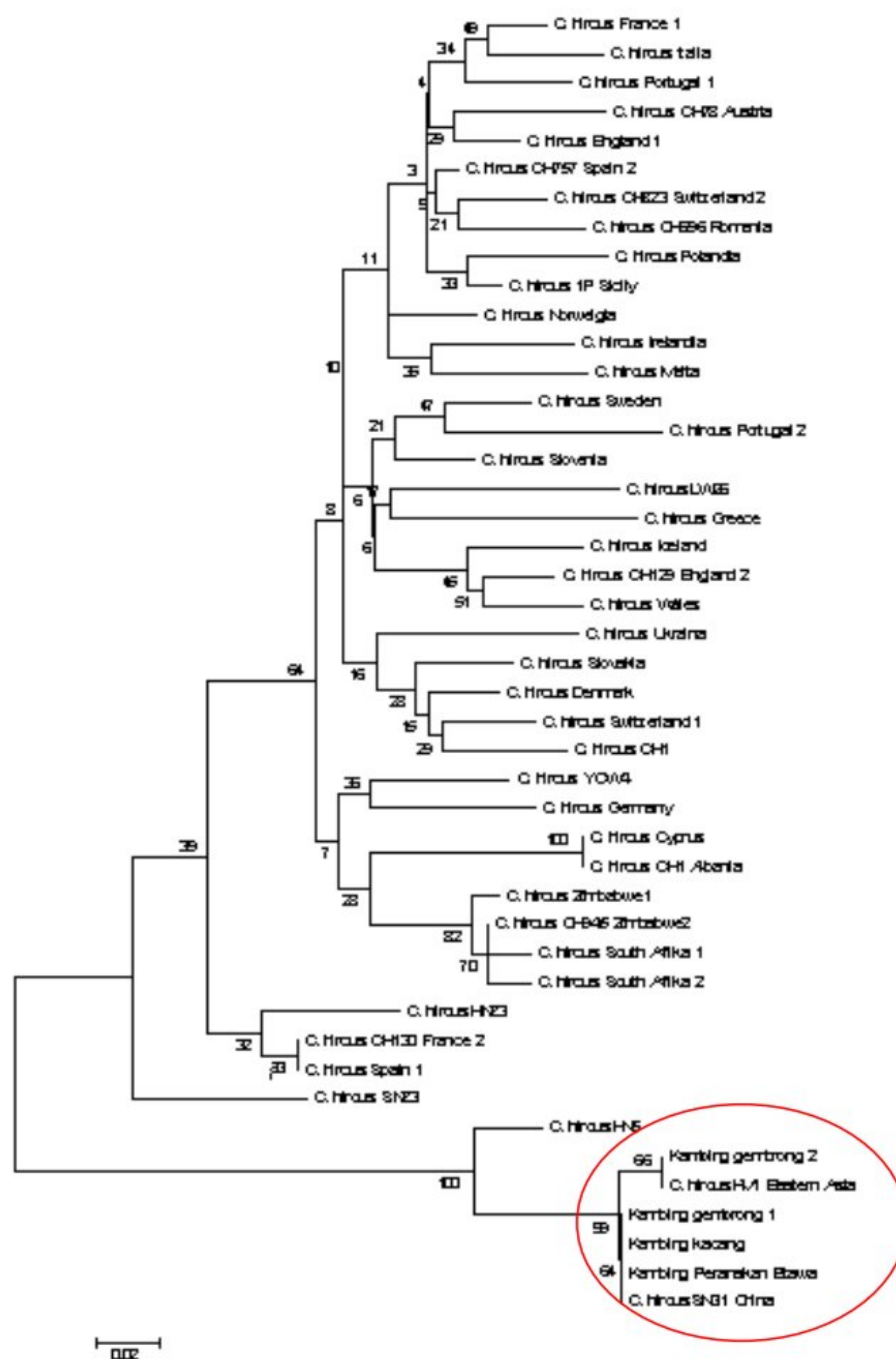
Gambar 8 Elektroferogram sekuen polimorfik mtDNA kambing gembrong haplotipe 1 (atas) dan haplotipe 2 (bawah) (Dewi 2010)

MEGA4. Matrik jarak genetik disajikan pada Tabel 12, sedangkan konstruksi filogeninya pada Gambar 10. Jarak genetik 0,00 mengindikasikan kedekatan kekerabatan diantara dua *breed* kambing yang dihubungkan. Kambing kacang dekat dengan kambing gembrong haplotipe 1, juga dengan kambing PE. Secara geografis, kambing kacang, PE dan gembrong dipelihara di lokasi yang sama yaitu Bali.

Tabel 12 Matriks jarak genetik kambing gembrong haplotipe 1 dan 2, kambing kacang, kambing PE dan beberapa *breed* kambing lain (Dewi 2010)

no		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Kambing_gembrong_1									
2	Kambing_gembrong_2	0,014								
3	Kambing_kacang	0,000	0,014							
4	Kambing_Peranakan_Etawa	0,000	0,014	0,000						
5	C._hircusSN31_China	0,000	0,014	0,000	0,000					
6	C._hircusHN5	0,073	0,089	0,073	0,073	0,073				
7	C._hircus_SN23	0,422	0,454	0,422	0,422	0,422	0,338			
8	C._hircusHV1_Eastern_Asi a	0,014	0,000	0,014	0,014	0,014	0,089	0,454		
9	C._hircusHN23	0,458	0,492	0,458	0,458	0,458	0,367	0,106	0,492	
10	C._hircusLW26	0,678	0,729	0,678	0,678	0,678	0,545	0,243	0,729	0,220

Kambing gembong haplotipe 1, kambing kacang dan PE dekat dengan kambing china (*Capra hircus*N31_China). Kambing lokal Asia Timur (*Capra hircus*HV1_Eastern_Asia) dekat dengan kambing gembong haplotipe 2, jaraknya tidak jauh terhadap kambing gembong haplotipe 1 (0,014). Kambing lokal Indonesia membentuk kelompok sendiri (Gambar 9) terhadap kebanyakan breed kambing lain di dunia. Kambing gembong haplotipe 1 dan 2 terpisah, meski berada pada suatu kelompok yang sama.



Gambar 9 Pohon filogeni dari kambing gembong (haplotipe 1 dan 2), kambing kacang, kambing PE dan beberapa *breed* kambing lain (Dewi 2010)

KESIMPULAN

Kambing gembrong ditemukan di sepanjang pantai Kabupatean Karangasem di pulau Bali. Status konservasi kambing gembrong terancam kritis (endangered) yang memerlukan penanganan khusus melalui program konservasi atau pelestarian, dengan tanpa meninggalkan warisan budaya setempat. Eksistensi kambing gembrong tidak memungkinkan untuk diusulkan sebagai rumpun kambing lokal pada saat ini, tetapi bukan berarti kambing gembrong tidak dapat diusulkan sebagai ternak lokal pulau Bali pada masa yang akan datang setelah upaya konservasi atau pelestarian mencapai status *breed* tidak beresiko.

DAFTAR PUSTAKA

- Batubara A, Doloksaribu M, Tiesnamurti B. 2010. Potensi keragaman sumberdaya genetik kambing lokal Indonesia. *Lokakarya Nasional Pengelolaan dan Perlindungan Sumber Daya Genetik di Indonesia: Manfaat Ekonomi untuk Mewujudkan Ketahanan Nasional*. Hal: 206-214.
- Batubara A, Noor RR, Farajaah A, Tiesnamurti B, Doloksaribu M. 2011. Morphometric and phylogenic analysis of six population Indonesian local goats. *Media Peternakan*, December 2011: 165-174.
- Chapman AB. 1985. *General and Quantitative Genetics*. New York (US): Elsevier Science Publishing Company.
- Devendra C, McLeroy GB. 1982. *Goat and Sheep Production in the Tropics*. Harrow, Essex (UK): Longman Group Limited.
- Dewi AAS. 2010. Keragaman genetik kambing Gembrong dan kekerabatannya dengan kambing Kacang dan kambing Peranakan Etawa (PE) melalui analisis DNA mitokondria [thesis]. Denpasar (ID): Universitas Udayana.
- Komisi Sumberdaya Genetik dan Pangan FAO. 2009. *Status Terkini Dunia Sumberdaya Genetik Ternak untuk Pangan dan Pertanian: Status Manajemen Sumberdaya Genetik Ternak*. Jakarta (ID): Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Mahmilia F, Ginting SP, Batubara A, Doloksaribu M, Tarigan A. 2004. Karakteristik morfologi dan performans kambing Gembrong dan Kosta. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*: 375-380.
- Pamungkas FA, Batubara A, Doloksaribu M, Sihite E. 2009. *Petunjuk Teknis Potensi Beberapa Plasma Nutfah Kambing Lokal Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan (PUSLITBANGNAK). 2012. Kambing Gembrong: Selamatkan Kami Dari Kepunahan. [Internet].

Puslitbangnak.blogspot.com. [diunduh 9 Desember 2013]. Tersedia pada: <http://puslitbangnak.blogspot.com/2012/07/kambing-gembrong-selamatkan-kami-dari.html>

Sulabda IN, Susari NNW, Heryani NLGS, Puja K. 2012. Genetic Diversity of Gembrong Goat Based on DNA Microsatellite Markers. *Global Veterinaria*. 9 (1): 113-116.

Zein SMA, Sulandari S, Muladno, Subandriyo, Riwantoro. 2012. Diversitas genetik dan hubungan kekerabatan kambing lokal Indonesia menggunakan marker DNA mikrosatelit. *JITV* 17(1): 25-35.