

This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

a9435ab90470dbc9d28958c8cf5e3ffd138c020b91ba1772536befc0c42454b2

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

**KERAGAMAN GENETIK BANTENG (*Bos javanicus* d'Alton) DARI BERBAGAI
LEMBAGA KONSERVASI DAN TAMAN NASIONAL MERU BETIRI
(Genetic Diversity of Banteng from Conservation Institutions and Meru Betiri National
Park)***

Reny Sawitri¹, M. S. A. Zein², Mariana Takandjandji¹, dan/and Anita Rianti¹

¹Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi
Jl. Gunung Batu No. 5 PO Box 165; Telp. 0251-8633234; Fax 0251-8638111 Bogor;
e-mail: renyawitri@gmail.com; rambu_merry@yahoo.co.id; nietha_21@yahoo.com

²Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia; Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 46 Cibinong
e-mail: zein_genetic@yahoo.com

*Diterima : 2 April 2012; Disetujui : 23 Desember 2013

ABSTRACT

*Banteng (*Bos javanicus* d'Alton) has been conserved and domesticated as balinese cow (*Bos taurus* Linnaeus) since 3,500 BC. Because of decreasing balinese cow body weight average, banteng has been used as germplasm. The research was conducted to observe morphometric organs and genetic variabilities of banteng in conservation areas and conservation institutions. The relationship between banteng and balinese cow was also observed through population and individual genetic distances. Sequences of multiple alignment with Clustal X 1.83 programme and analysed filogenetic through neighbor-joining method were used. The morphometric banteng in Ragunan and Surabaya Zoos has changed physically and biologically, which may be due to the genetic distance in the population of 0.000. In conservation areas, the biggest morphometric organs of banteng was from Baluran National Park, as seen from foot size and feet distance. The result of multiple alignment indicated that 657 bp of fragmented D-loop DNA mitochondria consist of six haplotypes. The balinese cow had a higher genetic variability than banteng. As genetic distance between haplotypes was low (0,000-0,009), the kinship relationship between banteng and balinese cow was very close. To support a breeding program of balinese cow, it can be crossing match with banteng from national park.*

Keywords: Genetic distances, banteng, balinese cow, conservation area, conservation institutions

ABSTRAK

Banteng (*Bos javanicus* d'Alton) dikonservasi serta didomestikasi sebagai sapi bali (*Bos taurus* Linnaeus) sejak 3.500 SM. Tujuan penelitian ini adalah memperoleh informasi hasil analisis morfometrik banteng dan keragaman genetik populasi banteng di dalam kawasan konservasi dan lembaga konservasi serta hubungan kekerabatan antara populasi banteng dengan sapi bali melalui jarak genetik antar populasi dan jarak genetik antar individu dengan metode *multiple alignment* sekuen dari program *Clustal X 1.83* serta analisis filogenetik menggunakan metode *neighbor-joining*. Morfometrik banteng di Kebun Binatang Surabaya dan Kebun Binatang Ragunan telah mengalami perubahan secara fisik dan biologis, hal ini terjadi karena jarak genetik di dalam populasi sebesar 0,000. Di kawasan konservasi, morfometrik banteng paling besar dari Taman Nasional Baluran dilihat dari ukuran telapak kaki dan jarak kaki. Hasil *multiple alignment* 657 urutan basa fragmen *D-loop* DNA mitokondria, terdiri dari enam haplotipe yaitu banteng 3 macam haplotipe dan sapi bali 5 macam haplotipe, dengan demikian sapi bali memiliki keragaman genetik lebih tinggi. Jarak genetik antar haplotipe sangat kecil (0,000-0,009), sehingga hubungan kekerabatan antara banteng dan sapi bali sangat dekat. Dengan demikian untuk program pemuliaan, sapi bali dapat dilakukan perkawinan silang dengan banteng dari taman nasional.

Kata kunci: Jarak genetik, banteng, sapi bali, kawasan konservasi, lembaga konservasi

I. PENDAHULUAN

Keragaman jenis satwaliar banteng (*Bos javanicus* d'Alton) merupakan sumber plasma nutfah yang memiliki penyebaran terbatas di Pulau Jawa dan Pulau Kalimantan. Status konservasi satwa ini termasuk dilindungi menurut Peraturan Pemerintah No. 7 Tahun 1999 dan termasuk *Appendix II* CITES (Direktorat Jenderal Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam, 2003). Perlindungan satwa ini dikukuhkan dalam penetapan habitatnya sebagai kawasan konservasi *in-situ* seperti Taman Nasional (TN) Baluran, TN Meru Betiri, TN Alas Purwo, TN Ujung Kulon, TN Bali Barat, TN Kayan Mentarang, dan TN Kutai. Sebagai mamalia besar dengan berat badan rata-rata 600-700 kg (Sawitri *et al.*, 2011), banteng merupakan satwa yang hidupnya berkelompok terdiri dari satu jantan dewasa, jantan muda, betina induk, dan anak-anaknya; mereka suka melakukan perjalanan jauh sambil makan, tetapi kurang tahan terhadap terik matahari sehingga sering berlindung di bawah pohon rindang di dekat *monsoon forest*, savana atau padang rumput (Ali-kodra, 1983).

Populasi satwa ini di kawasan konservasi *in-situ* seperti taman nasional mengalami penurunan populasi akibat perburuan liar dan penurunan kualitas habitat karena invasi tumbuhan *Acacia nilotica* LINN, *Chromolaena odorata*, dan *Crotalaria* sp. di savana (Sawitri & Takandjandji, 2007). Perburuan liar dilakukan dengan membuat jerat tali, jebakan ataupun menembak menggunakan senapan (Budi, 2011; komunikasi pribadi). Di kawasan konservasi *ex-situ*, perkawinan banteng cenderung tidak acak dan keturunannya cenderung ada permasalahan terkait *inbreeding* dalam keragaman genetiknya, sehingga populasi keturunannya sangat rentan terhadap serangan penyakit maupun seleksi alam dan dikhawatirkan akan menghancurkan keseluruhan populasi. Hal ini dinyatakan juga oleh WWF-Indonesia (2002) dan Yahya

(2001) di mana populasi banteng di beberapa lokasi taman nasional mengalami kecenderungan penurunan sebagai akibat dari perambahan dan gangguan habitat oleh masyarakat, kompetisi antar satwaliar dalam hal ruang maupun pakan, kualitas genetika yang makin menurun akibat *inbreeding*, rasio antara banteng jantan dan betina tidak seimbang, dan penyakit hewan yang dapat menyebabkan kematian maupun penurunan kemampuan produksi dan reproduksi.

Hasil domestikasi banteng yang berupa sapi bali (*Bos taurus* Linnaeus) telah berlangsung lama, memiliki berat badan rata-rata 250-450 kg (Guntoro, 2002) dan tidak terdokumentasi dengan baik secara prinsip pemuliaan yaitu tercatat baik dan jelas keturunannya, melalui analisis genom, seperti *D-loop* DNA mitokondria yang dapat menunjukkan marka genetik cukup akurat (Handayani, 2008). Analisis DNA mitokondria merupakan alat yang kuat dalam mempelajari evolusi satwa dan banyak digunakan untuk mengenali struktur populasi, aliran gen, hibridisasi biogeografi, dan poligeni (Moritz *et al.*, 1987). Hal ini disebabkan DNA mitokondria yang berbentuk sirkuler bertuas ganda diturunkan langsung secara maternal (Hutchison *et al.*, 1974).

Sapi asli Indonesia secara genetik dan fenotipik merupakan turunan dari banteng yang telah didomestikasi ataupun hasil silangan sapi asli Indonesia dengan sapi eksotik yang kemudian mengalami domestikasi serta adaptasi terhadap lingkungan (Abdullah *et al.*, 2008). Kelompok sapi yang termasuk dalam kategori pertama adalah sapi bali sebagai hasil domestikasi langsung dari banteng (Hardjotubroto, 2004). Sapi bali yang merupakan hasil domestikasi telah dipelihara secara turun-temurun sejak 3.500 SM oleh masyarakat Pulau Bali (Kelompok Ternak Pucak Manik, 2010). Hal ini dapat ditelusuri dari bukti sejarah kebudayaan pada Situs Gilimanuk (Bleskadik, 2009). Keunggulan sapi bali di antaranya adalah gelambir kecil dan tubuh kompak,

fertilitas baik karena sapi betina menghasilkan anak setiap tahun, mudah beradaptasi dengan lingkungan di mana konsumsi ransum sedikit pada saat sulit seperti musim kemarau yang panjang, dapat hidup di lahan kritis, daya cerna yang baik terhadap pakan, persentase karkas yang tinggi, menghasilkan vaksin MCF (*Malignant Catarrhal Fever*) sebagai vaksin penyakit jembrana, kandungan lemak karkas yang rendah dan sapi jantan kebiri muda dan jantan umumnya mempunyai berat standar untuk diekspor, dagingnya empuk dan kualitas kulit baik dan agak tipis (Williamson & Pyne, 1993).

Tujuan penelitian adalah melakukan kajian morfometrik banteng yang dilihat dari ukuran dan warna bagian-bagian tubuh serta menganalisis keragaman genetik pada kelompok atau populasi satwa ini. Selain itu, penelitian ini juga melihat hubungan kekerabatannya melalui jarak genetik antar populasi dan antar individu di dalam kawasan konservasi *in-situ* maupun lembaga konservasi *ex-situ*. Diharapkan keragaman genetik banteng ini dapat digunakan sebagai dasar untuk program pemuliaan sapi bali.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan selama dua tahun yaitu tahun 2010 dan 2011, dengan mengamati dan mengukur bagian-bagian tubuh banteng serta mengumpulkan sampel DNA mitokondria serta wawancara dengan petugas. Lokasi penelitian adalah

lembaga konservasi dan kawasan konservasi seperti Taman Safari Indonesia (TSI) II Prigen, Kebun Binatang Surabaya (KBS), Kebun Binatang Ragunan (KBR), Taman Nasional Meru Betiri (TNMB), TSI III Bali, dan Rumah Pemotongan Hewan (RPH) Denpasar, Bali.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan penelitian berupa sampel material DNA banteng dan sapi bali berasal dari lembaga konservasi dan kawasan konservasi seperti TSI II Prigen (8 sampel), KBS (12 sampel), KBR (15 sampel), TNMB (4 sampel), dan TSI III Bali (3 sampel). Selain itu juga dianalisis sapi bali sebanyak 11 sampel yang dikoleksi dari RPH Denpasar, Bali. Total jumlah sampel berupa darah, rambut, dan *faeces* sebanyak 53 individu dan secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

Bahan penelitian lainnya yang digunakan adalah *fenol cloroform*, sepasang PCR *primer* spesifik, *buffer*, *gel agarose* 1%, dan *gel agarose* 2%. Adapun peralatan yang digunakan yaitu spektrofotometer (Beckman DU 650, Made in USA), *thermocycler GeneAmp* PCR system* 9700 (*applied biosystems*), lampu ultra violet (UV), transiluminator, kamera *ultra violet (UV) photo*, mesin DNA *sequenser*.

C. Metode Penelitian

1. Rancangan Penelitian

Data morfologi yang merupakan penampilan banteng secara fisik diperoleh

Tabel (Table) 1. Sampel banteng dan sapi bali yang digunakan dalam penelitian (*Samples of banteng and balinese cow used in the research*)

No	Lokasi (<i>Location</i>)	Jumlah sampel (<i>Number of samples</i>)
1	Kebun Binatang Surabaya (<i>Surabaya Zoo</i>)	12
2	Kebun Binatang Ragunan (<i>Ragunan Zoo</i>)	15
3	Taman Safari Indonesia II Prigen (<i>Safari Park Indonesia II Prigen</i>)	8
4	Taman Nasional Meru Betiri (<i>Meru Betiri National Park</i>)	4
5	Taman Safari Indonesia III Bali (<i>Safari Park Indonesia III Bali</i>)	3
6	Rumah Pemotongan Hewan Denpasar (<i>Slaughter House, Denpasar</i>)	11
Jumlah (<i>Total</i>)		53

secara kuantitatif atau kualitatif. Data kuantitatif seperti ukuran tubuh dilakukan pengambilannya di KBS, KBR, dan TSI III, dengan mengukur bagian-bagian tubuhnya, sedangkan di taman nasional dilakukan pengukuran panjang dan besar tanduk, lebar telapak kaki, ukuran tulang tengkorak, ukuran jejak serta jarak kaki depan dan belakang. Data kualitatif untuk fisik diperoleh dengan membandingkan ukuran tubuh: panjang badan dan lingkaran dada, warna bulu dan tinggi badan.

Ekstraksi DNA sampel darah dan rambut dilakukan dengan mengikuti standar prosedur dari Sambrook *et al.* (1989), yaitu menggunakan teknik *phenol chloroform*, sedangkan material DNA berupa *faeces* menggunakan *QIAamp DNA Stool Mini Kit (Qiagen)*. Amplifikasi fragmen daerah kontrol (*control region*) DNA mitokondria menggunakan *primer forward* 5'-GTAAAGAGCCTCACCGAT-3' dan *reverse* 5'-ATGTCCTGTGACCATGACT-3' dengan PCR menggunakan *Thermal Cycler Applied Biosystems* type 2700 dengan volume sebanyak 30 µl yang berisi reaksi PCR, yaitu 4 µl *forward primer* (20ng/µl), 4 µl *reverse primer* (20ng/µl), 4µl 10 x *buffer* PCR, 2µl 10mM dNTP, 1 unit *Taq DNA polymerase*, 2 µl DNA *template* (40ng DNA), 16 µl H₂O. Kondisi PCR yang dipakai adalah pre denaturasi 95°C selama 5 menit, denaturasi 95°C selama 55 detik, *annealing* 58°C selama 55 detik, *elongasi* 72°C selama 55 detik, *final elongasi* 72°C selama 5 menit. Hasil amplifikasi fragmen dari gen CO1 di elektroforesis dengan menggunakan 2% AGE (*agarose gel electrophoresis*). Visualisasi hasil elektroforesis menggunakan *ethidium bromide* dengan bantuan sinar ultra violet. Dokumentasi hasil elektroforesis dilakukan dengan menggunakan kamera digital.

2. Analisis Data

Analisis data merupakan analisis sekuen dari fragmen daerah kontrol DNA mitokondria yang dilakukan dengan meng-

gunakan jasa pelayanan sekuen DNA di Macrogen Co, Seoul, Korea. Sekuen fragmen D-loop dilakukan *forward* dan *reverse* dengan menggunakan *multiple alignment* urutan basa. Data sekuen dilakukan *viewing* dan *editing*, penyelarasan hasil sekuen *forward* dan *reverse* dan analisis filogenetik menggunakan metoda *neighbor-joining*, di mana kalkulasi matrik jarak genetik dengan model Kimura-2 parameter yang diimplementasikan pada *pairwise distance calculation* dalam program *Mega (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) software* Versi 3.1 (Kumar *et al.*, 2004).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Morfologi dan Ukuran Organ Tubuh

Banteng (*Bos javanicus* d'Alton) yang terdapat di lembaga konservasi pada KBS dan KBR mengalami perubahan penampilan seperti warna bulu serta bentuk dan ukuran tanduk yang disebut sebagai penyelewengan fisik (Tabel 2).

Konservasi *ex-situ* banteng yang berasal dari TNUK dimulai di KBR pada tahun 1983 dan selanjutnya hasil perkembangbiakannya diberikan kepada kebun binatang lain seperti KBS sebanyak satu pasang pada tahun 1995. Di TSI II, banteng yang dibudidayakan berasal dari TNMB pada tahun 2005 dan banteng di TSI III juga berasal dari TSI II yang merupakan hasil tangkapan dari TNMB pada tahun 2006.

Kelompok banteng yang terdapat di KBR sebanyak 15 ekor terdiri dari sembilan jantan dan enam betina, di KBS sebanyak 11 ekor terdiri dari lima ekor jantan dan enam ekor betina, di TSI II sebanyak 18 ekor terdiri dari tujuh ekor jantan dan 11 ekor betina, di TSI III sebanyak 11 ekor terdiri dari satu ekor jantan dan 10 ekor betina.

Hasil penelitian di kedua kebun binatang tersebut menunjukkan adanya

Tabel (Table) 2. Morfometrik organ tubuh banteng di lembaga konservasi *ex-situ* (*Morphometric organs of banteng in ex-situ conservation*)

No.	Bagian-bagian badan (<i>Organs</i>)	KBS	TSI II	KBR	TSI III
1.	Tanduk (<i>Horn</i>)	Tegak dan pendek (<i>Straight and short</i>) (♂), pendek dan menempel pada kepala (<i>Short and stick to the head</i>) (♀)	Tegak, melebar dan melengkung (<i>Straight, widened and curve</i>) (♂), tegak agak panjang (<i>Straight and longer</i>) (♀)	Tegak dan pendek (<i>Straight and short</i>) (♂), tegak dan pendek (<i>Straight and short</i>) (♀)	Tegak, melebar dan melengkung (<i>Straight, widened and curve</i>) (♂), tegak agak panjang (<i>Straight and longer</i>) (♀)
2.	Warna kulit badan (<i>Colour of body skin</i>)	Hitam dan coklat (<i>Black and brown</i>) (♂), coklat (<i>brown</i>) (♀)	Hitam (<i>Black</i>) (♂), coklat (<i>brown</i>) (♀)	Hitam dan coklat (<i>Black and brown</i>) serta coklat (<i>brown</i>) (♂), coklat (<i>brown</i>) (♀)	Hitam (<i>Black</i>) (♂), coklat (<i>brown</i>) (♀)
3.	Bentuk kepala (<i>Head shape</i>)	Benjolan menonjol (<i>Prominent bump</i>) (♂)	Benjolan mendatar (<i>Horizontal bump</i>) (♂)	Benjolan mendatar (<i>Horizontal bump</i>) (♂)	Benjolan mendatar (<i>Horizontal bump</i>) (♂)
4.	Ukuran badan (<i>Body size</i>)	400-700 kg (♂), 250-300 kg (♀)	400-600 kg (♂), 300-350 kg (♀)	400-600 kg (♂), 250-325 kg (♀)	400-600 kg (♂), 250-300 kg (♀)
5.	Jarak kaki depan dan belakang (<i>Distance of front and back feet</i>)	60-70 cm	60-90 cm	60-80 cm	60-90 cm
6.	Lebar kaki (<i>Feet width</i>)	60-65 cm	55-65 cm	55-60 cm	55-65 cm
7.	Panjang badan (<i>Body length</i>)	206-240cm (♂), 180-205cm (♀)	182-259cm (♂), 170-210 cm (♀)	180-250 cm (♂), 175-185cm (♀)	182-259cm (♂), 170-210 cm (♀)
8.	Tinggi tubuh (<i>Body height</i>)	127-143cm (♂), 120-139 m (♀)	125-150 cm (♂), 125-140 cm (♀)	127-145cm (♂), 110-125 cm (♀)	125-150 cm (♂), 125-140 cm (♀)
9.	Panjang tanduk (<i>Horn length</i>)	21-42 cm	20-45 cm	21-27 cm	20-45 cm

perubahan yang merupakan penyesuaian fisik maupun biologis, yaitu:

1. Warna kulit badan banteng jantan di KBS telah mengalami perubahan di mana terlihat warna badan keabu-abuan dan timbul warna coklat di bagian belakang; di KBR juga terjadi perubahan warna kulit banteng jantan menjadi coklat (Gambar 1).
2. Ukuran dan bentuk tanduk pada banteng betina di KBS dan KBR mengecil dan letaknya hampir menempel pada kepala, apabila dibandingkan dengan banteng betina di TSI II dan TSI III (Gambar 2).
3. Benjolan pada kepala dan gelambir banteng jantan di KBS terlihat sangat

menonjol apabila dibandingkan dengan banteng jantan di TSI II dan TSI III.

Hasil penelitian terhadap keanekaragaman jenis banteng memperlihatkan adanya perbedaan morfologi dan ukuran organ tubuh yang terdapat di empat taman nasional (Tabel 3). Kondisi ini merupakan bentuk dari adaptasi radiasi dan lingkungan ekologi. Perkembangan adaptasi radiasi dipengaruhi oleh seleksi alam, sedangkan lingkungan ekologi dipengaruhi oleh habitat tempat hidup, ketersediaan pakan, keberadaan predator, iklim seperti intensitas cahaya atau temperatur (Futuyama, 1986).



Gambar (Figure) 1. Warna kulit banteng (*Bos javanicus* d'Alton) jantan di Kebun Binatang Surabaya (kiri) dan Ragunan (kanan) (Skin colour of male banteng (*Bos javanicus* d'Alton) in Surabaya (left) and Ragunan Zoo (right))

Berdasarkan wawancara dengan pemangku kawasan TNB, banteng di sini memiliki bentuk dan ukuran badan paling besar (Gambar 3), banteng jantan mencapai berat 700-900 kg dan banteng betina 300-400 kg, hal ini sesuai dengan pengukuran di lapangan berupa panjang dan lebar telapak kaki yang mencapai 15-16 cm dan 6,5-7 cm, sedangkan banteng di taman nasional lainnya hanya mencapai panjang dan lebar telapak kaki sebesar 9-14 cm dan 4-5,5 cm (Tabel 3).

Secara umum, banteng TNMB (Gambar 3) dan TNAP (Gambar 4) memiliki panjang dan tinggi badan lebih tinggi dibandingkan dengan banteng TN Ujung Kulon. Panjang dan tinggi badan banteng TNUK lebih pendek sehingga bentuk badan agak lebih gempal dan ukuran kakinya lebih pendek serta besar dan terlihat bergelambir (Gambar 4).

Berdasarkan pengukuran tengkorak kepala dan tanduk banteng di empat taman nasional, maka banteng jantan di TNUK dan TNB memiliki ukuran tanduk yang lebih panjang dan lebih besar dibandingkan dengan di TNMB dan TNAP (Tabel 4). Perbedaan bentuk tanduk banteng dari taman nasional tersebut digambarkan pada Gambar 5.

Hasil pengamatan morfometrik organ banteng yang terdapat di daerah konservasi *in-situ*/taman nasional dapat dikatakan bahwa ukuran tubuh atau penampilan banteng dipengaruhi oleh lingkungannya. Secara umum banteng di TNUK dan TNB, bentuk tanduk lebih lebar, panjang dan besar, panjang kaki lebih pendek, badan lebih gempal, sehingga banteng di kedua taman nasional ini merupakan banteng yang lebih banyak beraktivitas di dataran rendah.



Gambar (Figure) 2. Bentuk tanduk pada banteng (*Bos javanicus* d'Alton) betina di KBS (kiri) dan TSI II (kanan) (The shape of horn of female banteng in Surabaya Zoo (left) and Indonesian SafariPark II (right))

Tabel (Table) 3. Morfometrik organ tubuh banteng di kawasan konservasi *in-situ* (Morphometric organs of banteng in *in-situ* conservation)

No.	Bagian-bagian badan (<i>Organs</i>)	TN Ujung Kulon (<i>Ujung Kulon National Park</i>)	TN Meru Betiri (<i>Meru Betiri National Park</i>)	TN Alas Purwo (<i>Alas Purwo National Park</i>)	TN Baluran (<i>Baluran National Park</i>)
1.	Tanduk (<i>Horn</i>)	Tegak melebar dan melengkung (<i>Straight, widened and curve</i>) (♂), pendek, tegak (<i>Short and straight</i>) (♀)	Tegak, melebar dan melengkung (<i>Straight, widened and curve</i>) (♂), tegak agak panjang (<i>Straight and longer</i>) (♀)	Tegak, melebar dan melengkung (<i>Straight, widened and curve</i>) (♂), tegak agak panjang (<i>Straight and longer</i>) (♀)	Tegak, melebar dan melengkung (<i>Straight, widened and curve</i>) (♂), tegak panjang (<i>Straight and long</i>) (♀)
2.	Warna kulit badan (<i>Colour of body skin</i>)	Hitam (<i>Black</i>) (♂), coklat (<i>brown</i>) (♀)	Hitam kelam (<i>Raven black</i>) (♂), coklat (<i>brown</i>) (♀)	Hitam kelam (<i>Raven black</i>) (♂), coklat (<i>brown</i>) (♀)	Hitam kelam (<i>Raven black</i>) (♂), coklat (<i>brown</i>) (♀)
3.	Bentuk kepala (<i>Shape of head</i>)	Benjolan mendatar (<i>Horizontal bump</i>) (♂)	Benjolan mendatar (<i>Horizontal bump</i>) (♂)	Benjolan mendatar (<i>Horizontal bump</i>) (♂)	Benjolan mendatar (<i>Horizontal bump</i>) (♂)
4.	Ukuran badan (<i>Body size</i>)	500-700 kg (♂), 300-350 kg (♀)	400-600 kg (♂), 300-350 kg (♀)	500-600 kg (♂), 300-350 kg (♀)	700-900 kg (♂), 300-400 kg (♀)
5.	Jarak kaki depan dan belakang (<i>Distance of front and back feet</i>)	60-87cm	60-90 cm	60-85 cm	72-90 cm
6.	Lebar kaki kanan dan kiri (<i>Feet width</i>)	60-62 cm	66-62 cm	60-62 cm	65-67 cm
7.	Panjang badan (<i>Body length</i>)	200-240 cm (♂) 180-200 cm (♀)	200-250 cm (♂) 180-210 cm (♀)	200-250 cm (♂) 180-215 cm (♀)	200-260 cm (♂)
8.	Tinggi tubuh (<i>Body height</i>)	120-145 cm (♂) 120-139 m (♀)	130-150 cm (♂) 120-140 cm (♀)	130-150 cm (♂) 120-140 cm (♀)	120-150 cm (♂) 120-139 cm (♀)
9.	Panjang tanduk (<i>Horn length</i>)	42-61cm (♂)	35,5-43 cm (♂)	40- 5 cm (♂)	55-57 cm (♂)
10.	Telapak kaki, panjang lebar (<i>Feet length and width</i>)	9-11,5 cm 4,5-5,5 cm	9-14 cm 4-5,4 cm	9-13 cm 4-5,5 cm	15-16 cm 6,5-7 cm

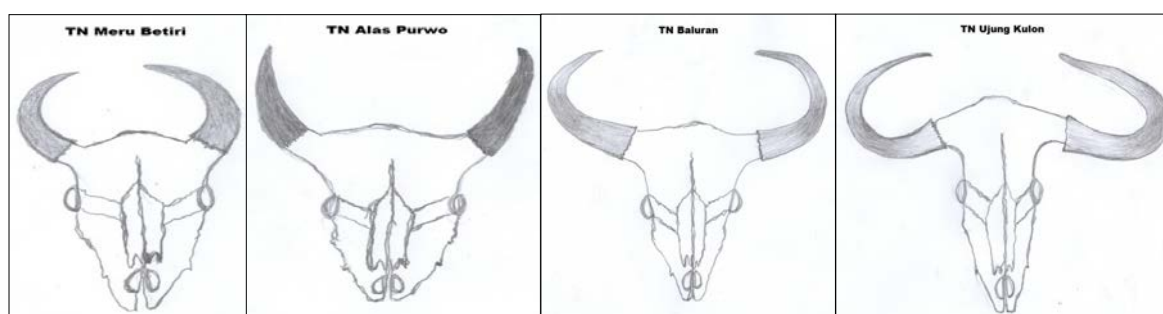
Gambar (Figure) 3. Bentuk tubuh banteng TNB (kiri) dan TNMB (kanan) (*Body shape banteng of Baluran National Park (left) and Meru Betiri National Park (right)*). Sumber foto (Foto by: Reny Sawitri 2010-2011)



Gambar (Figure) 4. Panjang dan tinggi badan banteng TN Ujung Kulon (kiri) dan TN Alas Purwo (kanan) (Body length and height of banteng of Ujung Kulon National Park (left) and Alas Purwo National Park (right)). Sumber foto (Foto by): Reny Sawitri, 2010-2011

Tabel (Table) 4. Deskripsi ukuran bagian tengkorak kepala banteng jantan di empat habitat banteng (Description of skull of male banteng from four habitats)

No.	Bagian tengkorak kepala (Part of skull)	TN Ujung Kulon (Ujung Kulon National Park)	TN Meru Betiri (Meru Betiri National Park)	TN Alas Purwo (Alas Purwo National Park)	TN Baluran (Baluran National Park)
1.	Panjang kepala (Skull length) (cm)	50-56	51-52	50-52	48-50
2.	Lebar kepala (Skull width) (cm)	20-25	25-30	28-30	20-28
3.	Panjang tanduk (Horn length) (cm)	42-61	35,5-43	40-45	53-57
4.	Lingkar tanduk (Horn circumference) (cm)	22-30	32-33,5	32-35	30-37
5.	Jarak antar tanduk (Distance of horns) (cm)	34-59	50	50-60	75-80
6.	Lingkar leher (Neck circumference) (cm)	-	85	-	103



Gambar (Figure) 5. Bentuk tanduk banteng jantan di empat habitat banteng (The shape of horn of male banteng from four habitats). Sumber gambar (Figures by): Reny Sawitri, 2010-2011

Gambar 2 menjelaskan tentang ukuran dan bentuk tanduk banteng di KBS dan KBR sedangkan gambar 5 menjelaskan tentang ukuran dan bentuk tanduk banteng di TNAP dan TNUK.

Lingkungan yang mempengaruhi bentuk tubuh banteng di dataran rendah di antaranya adalah habitat di kedua taman nasional ini berupa savana yang menyediakan rumput sebagai pakan sehingga satwa ini lebih banyak merunduk untuk

merumput. Hal ini menyebabkan badan banteng memerlukan kaki lebih pendek dan kekar. Bentuk badan juga dipengaruhi lingkungan yang berintensitas cahaya dan menghasilkan oksigen lebih banyak, sehingga leher menjadi lebih pendek, badan lebih gempal dan pendek. Selain itu bentuk morfologi dan ukuran organ tubuh banteng juga dipengaruhi oleh predator, hal ini terlihat dari ukuran tanduk banteng di TNUK, sebelah kiri lebih panjang dan tumpul sedangkan sebelah kanan lebih pendek dan tajam karena selalu diasah.

Banteng di TNMB dan TNAP, bentuk tanduk lebih kecil dan pendek, kaki lebih panjang, badan lebih ramping, dan badan bagian belakang lebih tinggi. Hal ini disebabkan banteng di kedua taman nasional ini bergerak di dataran rendah dan perbukitan.

Bentuk badan banteng di TNMB dan TNAP tersebut dipengaruhi oleh habitat banteng di kedua taman nasional berupa dataran rendah dan dataran tinggi. Bentuk badan yang ramping dipengaruhi oleh ketersediaan oksigen yang lebih sedikit, sehingga leher lebih panjang dan paru-paru lebih besar untuk menghirup udara. Kaki depan lebih pendek dari kaki belakang yang digunakan untuk memanjat lokasi yang berbatuan. Tanduk yang lebih kecil memudahkan banteng untuk bergerak dan makan di lokasi yang rapat dengan tumbuhan terutama semak belukar.

Bentuk tubuh dan morfometrik banteng yang dipengaruhi oleh lingkungan seperti bentuk tubuh dan morfometrik sesuai dengan temuan gajah di Sumatera yang tergolong menjadi gajah dataran rendah maupun gajah dataran tinggi atau pegunungan (Thohari *et al.*, 1995). Gajah dataran rendah memiliki postur tubuh bulat panjang dengan bulu-bulu tubuh lebih halus, sedangkan gajah pegunungan memiliki tubuh bulat pendek dengan bulu-bulu tubuh relatif kasar.

B. Situs Polimorfik

Hasil *multiple alignment* 657 urutan basa fragmen daerah kontrol DNA mitokondria banteng dari KBS, KBR, TSI II Prigen, TNMB, TNB, TSI III Bali, sapi bali, diketahui terdiri dari enam haplotipe. Polimorfisme nukleotida fragmen daerah kontrol DNA mitokondria masing-masing haplotipe dapat dilihat pada Tabel 5.

Hasil analisis filogeni terbentuk 6 haplotipe, yaitu **haplotipe I** (41 individu): KBS-01, KBS-02, KBS-03, KBS-04, KBS-05, KBS-06, KBS-07, KBS-08, KBS-09, KBS-10, KBS-11, KBS-12, KBR-01, KBR-02, KBR-03, KBR-04, KBR-05, KBR-06, KBR-07, KBR-08, KBR-09, KBR-10, KBR-11, KBR-12, KBR-13, KBR-14, KBR-15, SB-01, SB-05, SB-06, SB-07, SB-09, SB-10, TSI.Prigen-05, TSI.Prigen-07, TSI.Prigen-08, TSI.Bali-01, TSI.Bali-02, TNMB-02, TNMB-03, dan TNMB-04; **haplotipe II** (satu individu): SB-04; **haplotipe III** (delapan individu): TSI-01, TSI-02, TSI-03, TSI-04, TSI-06, SB-02, SB-08, dan TSI.Bali-03; **haplotipe IV** (satu individu): TNMB-01; **haplotipe V** (satu individu): SB-03; dan **haplotipe VI** (satu individu): SB-11 (Gambar 6).

Populasi banteng dalam penangkaran *ex-situ* terlihat *homogeny* yaitu di KBR dan KBS hanya ada satu haplotipe (haplotipe I), TSI II Prigen terdapat dua haplotipe (haplotipe I dan III), TSI III Bali terdapat dua haplotipe (haplotipe I dan III). Populasi banteng di TNMB (*in-situ*) terdapat dua haplotipe (haplotipe 1 dan IV), sedangkan sapi bali yang dikoleksi dari rumah potong di Denpasar, Bali, terdapat lima haplotipe (haplotipe I, II, III, V, dan VI) atau 0,454. Hasil ini menunjukkan bahwa sapi bali masih mempunyai jumlah haplotipe yang lebih tinggi daripada banteng yang terdapat di lembaga konservasi. Dengan demikian, sapi bali yang merupakan hasil domestikasi langsung dari banteng (Martoyo, 2003) memiliki keragaman genetik lebih tinggi

daripada banteng di penangkaran *ex-situ* maupun *in-situ* seperti TNMB. Sapi bali tersebut tersebar dan dinamai sesuai daerah penyebarannya seperti sapi aceh, sapi madura, sapi pesisir, dan sapi bali sejak 3.500 tahun BC (Mohamad *et al.*, 2009). Kondisi yang sama juga ditunjukkan oleh sapi katingan yang merupakan sapi lokal Kalimantan Tengah memiliki keragaman genetik yang relatif tinggi dengan nilai rata-rata heterozigotes populasi yaitu 0,492, demikian juga dengan sapi PO yaitu 0,505-0,606 (Utomo *et al.*, 2010).

Keberadaan sapi bali didukung oleh Peraturan Daerah (Perda) seperti Perda tentang pengendalian pemotongan sapi bali di Jembrana yang menyatakan bahwa sapi bali yang terdapat di Kabupaten Jembrana merupakan plasma nutfah dunia sehingga pemotongan sapi bali dikendalikan untuk menjaring bibit yang berkualitas baik dan yang masih produktif agar tidak dipotong (Kabupaten Jembrana, 2006). Dari aspek konservasi genetik, konservasi *ex-situ* dari banteng dalam bentuk domestikasi menjadi sapi bali dapat dikatakan cukup berhasil karena keragaman genetiknya masih tinggi.

Banteng di TNMB (TNMB-03) merupakan individu yang memiliki haplotipe berbeda dengan yang berada di penangkaran *ex-situ* dan diharapkan diversitas genetik banteng di kawasan konservasi *in-situ* dapat diidentifikasi lebih lanjut pada penelitian dengan menggunakan sampel yang lebih besar.

Penelitian keragaman genetik banteng di kawasan konservasi *in-situ* juga telah dilakukan terhadap banteng australia yang berasal dari Bali dan dimasukkan ke Port Essington, Northern Territory,

Australia pada tahun 1849 sebanyak 20 individu dan berkembang menjadi 3.000 individu. Hasil penelitian empat sub populasi menyatakan bahwa keragaman genetik banteng tersebut rendah apabila dibandingkan dengan sapi bali dan koefisien *inbreeding*-nya cukup tinggi yaitu 0,58 (Corey *et al.*, 2007). Tingginya nilai koefisien *inbreeding* disebabkan oleh populasi yang tergolong *bottleneck* dan populasi efektif yang rendah. Pada umumnya, hal ini terjadi pada populasi yang memiliki sebaran terbatas atau *endangered* populasi (Eldridge *et al.*, 1999 dalam Corey *et al.*, 2007).

C. Jarak Genetik

Jarak genetik antar haplotipe teridentifikasi berkisar antara 0,000-0,009, hasil ini menunjukkan jarak genetik antar haplotipe sangat kecil, sehingga dari aspek genetik banteng dan sapi bali memiliki hubungan kekerabatan yang sangat dekat. Jarak genetik tertinggi adalah antara haplotipe II (sapi bali) dan haplotipe VI (sapi bali) yaitu 0,009 dan yang terendah adalah haplotipe I (banteng) dan haplotipe IV (banteng) yaitu 0,000 (Tabel 6). Dengan demikian, banteng yang memiliki haplotipe I dan IV memiliki kekerabatan yang sangat dekat.

Jarak haplotipe pada sampel populasi sapi bali yang memiliki nilai 0,009, masih sangat rendah apabila dibandingkan dengan sapi aceh maupun sapi pesisir. Kondisi ini ditunjukkan oleh hubungan kekeluargaan sapi aceh yaitu 0,010 dan hubungan kekeluargaan pada sapi pesisir yang cukup panjang yaitu 0,100-0,130 (Rahman, 2010). Jarak haplotipe yang sangat rendah pada sapi bali dikarenakan

Tabel (Table) 6. Jarak genetik antar haplotipe banteng dan sapi bali (*Genetic distances among haplotypes of banteng and balinese cow*)

	1	2	3	4	5	6
Haplotipe I	-					
Haplotipe IV	0,000	-				
Haplotipe III	0,006	0,006	-			
Haplotipe V	0,009	0,009	0,003	-		
Haplotipe II	0,002	0,002	0,008	0,011	-	
Haplotipe VI	0,008	0,008	0,002	0,002	0,009	-

sapi tersebut telah lama dibudidayakan di masyarakat, perkawinan yang terjadi berasal dari keturunan yang sama dan tidak adanya perkawinan silang dengan jenis sapi lainnya.

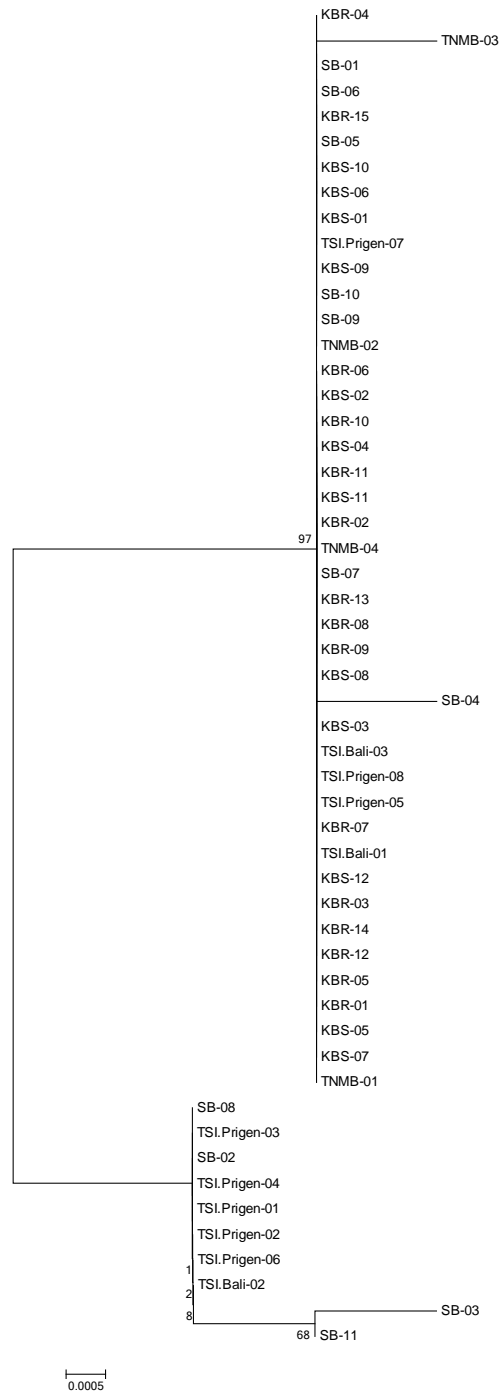
Hubungan kekerabatan pada banteng dan sapi bali yang didasarkan pada keragaman genetik dan jarak haplotipe digambarkan dalam bentuk rekonstruksi pohon filogeni (Gambar 6).

Jarak genetik di dalam populasi KBS (0,000), KBR (0,000), TNMB (0,001), TSI II Prigen (0,003), sapi bali (0,004), dan TSI III Bali (0,004). Jarak genetik antar populasi (Tabel 7) berkisar antara 0,000-0,004 dengan rata-rata 0,002, sedangkan jarak genetik antar individu banteng dan sapi bali berkisar antara 0,000-0,011. Hal ini menunjukkan bahwa keragaman genetik pada populasi banteng di penangkaran *ex-situ* di KBR dan KBS sudah homogen, sedangkan yang lain diversitas genetiknya amat rendah. Kondisi ini terjadi karena banteng yang terdapat di KBR dan KBS berasal dari satu keturunan sehingga keturunan F_4 (KBR) dan F_3 (KBS) dinyatakan tidak ada lagi keragaman genetik dan mengakibatkan terjadinya penyelewengan fisik maupun biologis. Hal ini dapat dilihat dari perubahan warna kulit banteng jantan menjadi coklat karena kandungan hormon testosteron yang rendah, di samping itu keragaman genetik yang homogen mengindikasikan terjadinya *inbreeding* yang berdampak pada kemandulan atau ejakulasi dini yang terjadi pada banteng jantan maupun betina, sehingga mengakibatkan penurunan daya reproduksi. Saat ini, banteng jantan dan betina yang dapat bereproduksi di KBS maupun KBR hanya sepasang. Di samping itu, daya tahan keturunan banteng terhadap penyakit cukup rendah, dilihat dari kematian dari beberapa anak banteng.

Jarak genetik antar populasi banteng di KBS dan KBR dengan nilai 0,000 menyatakan bahwa hubungan kekerabatan kedua populasi tersebut sangat dekat karena kedua populasi tersebut memiliki asal-usul yang sama yaitu TNUK. Populasi banteng di KBR mulai dibudidayakan pada tahun 1983, selanjutnya didistribusikan ke KBS pada tahun 1995 sebanyak satu pasang. Dengan demikian, di KBS dan KBR diperlukan masukan banteng jantan dari taman nasional untuk meningkatkan keragaman genetik dan memperbaiki daya produksi dan reproduksinya.

Populasi banteng yang berasal dari TNMB memiliki nilai jarak genetik antar populasi yang cukup rendah. Hal ini kemungkinan karena jumlah sampel yang terbatas dan kesulitan mendapatkan sampel *faeces* yang hasil sekuennya baik. Banteng dari TSI II Prigen mulai dibudidayakan 2005 dan TSI III Bali mulai dibudidayakan 2006, berasal dari TNMB masih memiliki jarak genetik antar populasi yang lebih baik (2 haplotipe I dan III).

Populasi kecil dan periode generasi yang panjang atau lama dan permasalahan tingkat reproduksi yang rendah merupakan ciri dari populasi yang rentan dengan kepunahan dan hilangnya keanekaragaman genetik dibandingkan dengan populasi yang besar (Primarck *et al.*, 1998). Populasi kecil yang rentan pada sejumlah efek genetik yang merugikan, akibat penurunan keragaman karena efek *inbreeding* serta terfiksasinya beberapa alel tertentu dalam populasi mengakibatkan hewan tersebut menjadi monomorf dan mengalami penurunan kemampuan berevolusi atau adaptasinya pada lingkungan (Christina *et al.*, 1983 dalam Handayani, 2008).



Gambar (Figure) 6. Rekonstruksi pohon filogeni banteng (*Reconstruction of filogeny tree of banteng*)

Tabel (Table) 7. Jarak genetik antar populasi di KBS, KBR, TNMB, TSI II Prigen, TSI III Bali, dan sapi bali (*Genetic distances among population of banteng and balinese cow in Surabaya Zoo, Ragunan Zoo, Meru Betiri National Park, Safari Park Indonesia II Prigen, and Safari Park Indonesia III, Bali*)

Lokasi (Location)	1	2	3	4	5	6
KBS (Surabaya Zoo)	-					
KBR (Ragunan Zoo)	0,000	-				
TNMB (Meru Betiri National Park)	0,000	0,001	-			
TSI II Prigen (Safari Park Indonesia II, Prigen)	0,004	0,004	0,004	-		
Rumah Potong Hewan Bali (Slaughter house)	0,003	0,003	0,003	0,004	-	
TSI III Bali (Safari Park Indonesia III, Bali)	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	-

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Banteng yang terdapat di lembaga konservasi *ex-situ* pada Kebun Binatang Surabaya dan Kebun Binatang Ragunan telah mengalami penyelesaian fisik dan biologis seperti perubahan morfometrik dari ukuran bagian badan seperti bentuk dan ukuran tanduk, warna kulit, dan kemampuan reproduksi, hal ini terjadi karena jarak genetik di dalam populasi 0,000.
2. Di kawasan konservasi *ex-situ* seperti Taman Nasional Meru Betiri, Taman Nasional Baluran, Taman Nasional Ujung Kulon, dan Taman Nasional Alas Purwo, morfometrik banteng paling besar adalah banteng Taman Nasional Baluran dilihat dari ukuran telapak kaki dan jarak kaki.
3. Hasil *multiple alignment* 657 urutan basa fragmen D-loop DNA mitokondria banteng (*Bos javanicus* d'Alton) dari Kebun Binatang Surabaya, Kebun Binatang Ragunan, Taman Safari Indonesia II Prigen, Taman Nasional Meru Betiri, RPH Denpasar (sapi bali), Taman Safari Indonesia III Bali diketahui terdiri dari enam haplotipe yaitu haplotipe 1 (41 individu), haplotipe 2 (satu individu), haplotipe 3 (delapan individu), haplotipe 4 (satu individu), haplotipe 5 (satu individu), dan haplotipe 6 (satu individu).
4. Jarak genetik antar haplotipe teridentifikasi berkisar antara 0,000-0,009 menunjukkan jarak genetik antar haplotipe yang sangat kecil, sehingga dapat dikatakan bahwa banteng dan sapi bali memiliki hubungan kekerabatan yang sangat dekat.

B. Saran

1. Keragaman genetik banteng yang homogen di lembaga konservasi memerlukan pasokan banteng jantan dari kawasan konservasi seperti taman nasio-

nal untuk meningkatkan keragaman genetik, produksi dan reproduksi serta ketahanan terhadap penyakit.

2. Program pemuliaan sapi bali dapat dilakukan melalui perkawinan silang antara sapi bali dengan banteng yang berasal dari taman nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M.A.N., R.R Noor., H Martojo., & D.D Solihin. (2008). Karak-terisasi sapi aceh dengan menggunakan mikro satelit. *J. Indon. Trop. Anim. Agric*, 33 (3), 165-175.
- Alikodra, H.S. (1983). *Ekologi banteng (Bos javanicus d' Alton, 1832) di Taman Nasional Ujung Kulon*. (Disertasi Pascasarjana). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Bleskadik, N. (2009). *Sejarah kebudayaan Hanoi*. Diakses 17 Mei 2013 dari <http://hanoi5b.wordpress.com/2009/09...sejarah.kebudayaan>.
- Corey, A.B., Y Isagi., S Kaneko., B.W Brook., D.M.J.S Bowman., & R.F Frankhams. (2007). Low genetic diversity in the bottlenecked population of endangered non native banteng northern Australia. *Molecular Ecology* 16, 2998-3008.
- Direktorat Jenderal Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam. (2003). *41 Taman Nasional di Indonesia*. Jakarta: Departemen Kehutanan, CIFOR dan UNESCO.
- Futuyama, D.J. (1986). *Evolutionary biology*. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc. Publ.
- Guntoro, S. (2002). *Membudidayakan sapi bali*. Yogyakarta: Kanisius.
- Handayani. (2008). *Analisis DNA mitokondria badak sumatera dalam konservasi genetik*. (Disertasi Pascasarjana). Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Hardjosubroto, W. (2004). Alternatif kebijakan pengelolaan berkelanjutan sumberdaya genetik sapi potong lokal dalam sistem pembibitan ternak lokal. *Wartazoa* 14 (3):93-97.
- Hutchison, C.A., J.E Newbold., S.S Porter., & M.H Edgell. (1974). Maternal inheritance of mammalian mitochondrial DNA. *Nature* 251(5475), 536-538.
- Kabupaten Jembrana. (2006). *Peraturan Daerah Kabupaten Jembrana No. 5 tahun 2006 tentang pengendalian pemotongan sapi bali di Jembrana*. Diakses 20 Februari 2012 dari http://www.jembranakab.go.id/hukum/peraturan_daerah_2006_5.pdf.
- Kelompok Ternak Pucak Manik. (2010). *Sapi bali flasma nutfah hasil Indonesia*. Diakses 24 Februari 2012 dari <http://kelompokternakpucakmanik.blogspot.com/2010/03/sapibali-flasma-nutfah-asli-indonesia.html>.
- Kumar, S., K Tamara., & M. Nei (2004). Mega 3: Integrated software for molecular evolutioner genetics analysis and sequence alignment. *Briefings in Bioinformatics. Henry Stewart Publ.* 5(2), 150-163.
- Martojo, H. (2003). *Indigenous bali cattle, the best suited cattle breed for sustainable small farms in Indonesia laboratory of animal breeding and genches*. Bogor: Faculty of Animal Science, Bogor Agricultural University.
- Mohamad, K., M Olsseon., H.T.A van Tol., S Mikko., B.H Vlamings., G Anderson., & J.A Lenstra. (2009). *On the origin of Indonesian cattle*. Diakses 1 Juli 2012 dari PlosONE 4(5), e 5490.doc 10.1371/journal.pone.0005490. www.plosone.org.
- Moritz, C., T.E Dowling., & W.M Brown. (1987). Evolution of animal mitochondrial DNA. Relevance for population biology and systematics. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 18, 269-292.
- Primarck, R.B., J Supriatna., M. Indrawan, & P Kramadibrata. (1998). *Biologi konservasi*. Jakarta: Yayasan Obor.
- Rahman, F.A. (2010). *Genetic diversity of Sumatra native cattle based on cytochrome b gene*. Diakses 1 Juli 2012 dari <http://fatma.student.umm.ac.id/2010/11/15/genetic-diversity-of-Sumatra-native-cattle-based-on-cytochrome-b-gene>.
- Sambrock, J., E.F Fritsch., & T Maniatis., (1989). *Molecular, cloning a laboratory manual*. (2nd ed.). Cold Spring Harbor: Cold Spring Laboratory Press.
- Sawitri, R., A. Rianti & R. Garsetiasih. (2011). *Kajian keragaman genetik banteng di P. Jawa*. (Laporan Hasil Penelitian). Bogor: Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi.
- Sawitri, R. & M. Takandjandji. (2007). Kemungkinan reintroduksi banteng (*Bos javanicus* d'Alton) di Taman Nasional Baluran, Jawa Timur. *Wana Tropika* 2(3),4-7.
- Thohari, M., S.S Mansjoer., B Masy'ud., R.S Mulyono., C Sumantri., B Pangestu, & Haryanto. (1995). Genetika populasi/kelompok gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) dan konsep pengelolaan populasi secara lestari (populasi/kelompok Lampung, Aceh dan Riau). *Media Konservasi* IV(4).
- Utomo, B.N., R.R Noor., C Sumantri., I Supriatna., & E.D Gurnad. (2010). Keragaman genetik sapi ka-tingan dan hubungan kekerabatannya dengan beberapa sapi lokal lain menggunakan analisis DNA mikrosatelit. *JITV* 16(12), 113-126.
- Williamson, G. & W.J.A. Payne, (1993). *An introduction to animal husbandry in the tropics*. (3rd ed.). London: Longman Group Limited.
- WWF-Indonesia. (2002). *Analisa kompetisi badak dan banteng*. (Laporan Kegiatan WWF-Indonesia). Balai Taman Nasional Ujung Kulon.

Yahya, M. (2001). Population study on javan rhinoceros (*Rhinoceros sondaicus*) using camera trap in Ujung Kulon National Park. (Report Acti-

vity of WWF Indonesia). Directorate General of Forest Protection and Nature Conservation and Ujung Kulon National Park Authority.