

Estimasi Jarak Genetik Kerbau Rawa Lokal Melalui Pendekatan Analisis Morfologi

ANNEKE ANGGRAENI¹, C. SUMANTRI², L. PRAHARANI¹, DUDI^{3,4} dan E. ANDREAS³

¹Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002

²Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor

³Mayor Ilmu produksi dan Teknologi Peternakan, Sekolah Pascasarjana, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian, Bogor, Bogor

⁴Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran, Bandung

(Diterima Dewan Redaksi 7 Juni 2011)

ABSTRACT

ANGGRAENI, A., C. SUMANTRI, L. PRAHARANI, DUDI and E. Andreas. 2011. Genetic distance estimation of local swamp buffaloes through morphology analysis approach. *JITV* 16(3): 199-210.

Information about genetic distances among populations (geographics) of local swamp buffalo is less published. Genetic distance analysis was done among seven local swamp buffalo populations through a morphological analysis. Female and male buffaloes were observed for a total number of 905 hds, originating from the Provinces of NAD (100 hds), North Sumatera (51 hds), Banten (180 hds), Central Java (203 hds), South Kalimantan (121 hds), NTB (200 hds), dan South Sulawesi (50 hds). Genetic variation among buffalo populations was calculated by discriminant function of Mahalanobis distance. Genetic distance was estimated by MEGA program. Morphometric measurements of female buffalo in North Sumatera were larger ($P < 0,01$) than those of buffaloes in Banten, South Kalimantan, NAD and South Sulawesi. Morphometric measurements of male buffalo in South Sulawesi were larger than those of buffaloes in Central Java, Banten, and NAD. Chest width was the highest different morphometric factor (0.969). Buffalo from NTB had the highest similarity (95.0%), followed by buffaloes from North Sumatera (74.51%) and South Sulawesi (74.19%); while the lowest one was from South Sulawesi (38.02%) and Banten (49.44%). Morphological distribution map indicated existence of three local swamp buffalo groups. Grup 1 was presented by buffalo from NTB, distributed in the II and III quadrants. Group 2 was presented by buffaloes from five locations (North Sumatera, Central Java, South Kalimantan, South Sulawesi, and Banten), distributed in I and II quadrants, and a smaller part distributed in III and IV quadrants. Group 3 was presented by buffaloes from NAD and a smaller part from South Kalimantan and Banten, distributed in IV quadrant. The lowest genetic distance was identified between buffaloes in NAD and South Kalimantan (0.348), while the highest one was between buffaloes in Banten and South Kalimantan (1.883). Based on phenogram tree structure, the observed local swamp buffaloes could be classified into 3 cluster, namely: Cluster 1 from South Kalimantan, NAD and Banten; Cluster 2 from South Sulawesi, Central Java and North Sumatera, and Cluster 3 from NTB.

Key Words: Swamp Buffalo, Morphology, Discriminant Analysis, Genetic Distance

ABSTRAK

ANGGRAENI, A., C. SUMANTRI, L. PRAHARANI, DUDI dan E. Andreas. 2011. Estimasi jarak genetik kerbau rawa lokal melalui pendekatan analisis morfologi. *JITV* 16(3): 199-210.

Informasi tentang jarak genetik antar populasi (geografis) kerbau rawa lokal masih kurang. Telah dilakukan estimasi jarak genetik antar tujuh populasi kerbau rawa lokal melalui pendekatan analisis morfologi. Kerbau betina dan jantan pengamatan sejumlah 905 ekor, berasal dari Provinsi NAD (100 ekor), Sumut (51 ekor), Banten (180 ekor), Jateng (203 ekor), Kalsel (121 ekor), NTB (200 ekor), dan Sulsel (50 ekor). Keragaman genetik antara populasi kerbau dihitung menggunakan fungsi diskriminan menggunakan jarak Mahalanobis. Jarak genetik diestimasi dengan program MEGA. Ukuran morfometrik tubuh kerbau betina di Sumut lebih besar ($P < 0,01$) dibandingkan dengan kerbau betina di Banten, Kalsel, NAD dan Sulsel. Morfometrik tubuh kerbau jantan dari Sulsel lebih besar ($P < 0,01$) dibandingkan dengan kerbau jantan dari Jateng, Banten dan NAD. Lebar dada merupakan faktor pembeda morfometrik tertinggi (0,969). Kerbau dari NTB memiliki derajat kesamaan tertinggi (95,0%), diikuti kerbau dari Sumut (74,51%) dan Sulsel (74,19%); sebaliknya derajat terendah dari Kalsel (38,02%) dan Banten (49,44%). Peta penyebaran morfologi mengindikasikan adanya tiga kelompok kerbau rawa lokal. Kelompok (1) diwakili kerbau dari NTB, menyebar di kuadran III dan II. Kelompok (2) diwakili kerbau dari lima lokasi (Sumut, Jateng, Kalsel, Sulsel, dan Banten), menyebar di kuadran I dan II, serta sebagian kecil di kuadran III dan IV. Kelompok (3) diwakili kerbau dari NAD dan sebagian kecil dari Kalsel dan Banten, menyebar di kuadran IV. Jarak genetik terdekat diidentifikasi antara Kerbau NAD dan Kalsel (0,348), sebaliknya terjauh antara Banten dan Kalsel (1,883). Berdasarkan struktur pohon fenogram kerbau pengamatan dapat dimasukkan kedalam 3 kluster, yaitu: (1) kluster Kalsel, NAD, Banten (2) kluster Sulsel, Jateng dan Sumut, serta (3) kluster NTB.

Kata Kunci: Kerbau Rawa, Morfologi, Analisis Diskriminan, Jarak Genetik

PENDAHULUAN

Modal dasar bagi pembangunan subsektor peternakan nasional sangat ditentukan oleh pemilikan, pelestarian, dan pemanfaatan sumberdaya hayati ternak baik berupa ternak yang sudah dikembangkan maupun yang dipelihara secara subsisten. Kerbau rawa lokal merupakan salah satu ternak ruminansia besar memiliki keunggulan tersendiri untuk dikembangkan di Indonesia. Hal ini dikarenakan kerbau dapat bertahan hidup dengan pakan berkualitas rendah, toleran terhadap parasit tropis, serta keberadaannya sudah menyatu sedemikian rupa dengan kehidupan petani dan sosial budaya masyarakat disekitarnya. Dengan kemampuan adaptasi yang baik serta tingkat ketahanan terhadap parasit dan penyakit tropis yang tinggi, menyebabkan kerbau tersebar pada berbagai agroekosistem. Ternak kerbau dengan penyebaran populasi terpadat di 10 provinsi berurutan Propinsi NAD, Sumut, Sumbar, Jabar, NTB, Banten, NTT, Sulsei, Jateng dan Sumsel.

Populasi kerbau nasional tidak menunjukkan perkembangan yang menggembirakan, dengan kenaikan laju pertumbuhan populai relatif kecil. Bahkan pada beberapa tahun terakhir pertumbuhan populasinya mengalami penurunan. Selama enam tahun terakhir, populasi kerbau yang berjumlah 2.403.298 ekor di tahun 2004 turun menjadi sekitar 1.932.927 ekor di tahun 2010, sehingga selama kurun waktu tersebut terjadi penurunan populasi dengan laju rata-rata sekitar 3,97% per thn (DITJEN PETERNAKAN, 2010). Penurunan populasi kerbau di sejumlah wilayah disebabkan karena tingkat pemotongan yang lebih tinggi dibandingkan dengan laju reproduksi induk kerbau yang memiliki keterbatasan kinerja reproduksi dan produktivitas (ANGGRAENI dan TRIWULANINGSIH, 2007).

Ternak kerbau dibandingkan sapi potong, belum banyak mendapatkan perbaikan produktivitas melalui introduksi teknologi yang sesuai, menyebabkan masih rendahnya kinerja reproduksi dan produksinya. Ternak kerbau yang dipelihara dengan kondisi tradisional di peternakan rakyat sangat umum mencapai umur pubertas dan umur beranak pertama tertunda, angka konsepsi rendah, dan selang beranak panjang (ARMAN, 2006). Kondisi lingkungan eksternal juga seringkali belum mendukung bahkan mengancam perkembangan populasi kerbau rawa lokal. perubahan fungsi area pertanian yang tadinya berupa ekosistem sawah dan perkebunan sebagai salah satu bentuk habitat alami ternak kerbau menjadi daerah pemukiman dan industri, berdampak signifikan terhadap penurunan populasi kerbau di sejumlah daerah sentra produksi (KUSNADI *et al.*, 2005; DWIYANTO dan HANDIWIRAWAN, 2006).

Untuk mencegah lebih jauh terjadinya erosi sumberdaya genetik ternak kerbau lokal terutama di sejumlah propinsi yang menjadi sentra-sentra produksi,

oleh karenanya diperlukan upaya mempertahankan keragaman genetik ternak kerbau lokal yang akan menjamin pemanfaatannya secara terarah pada masa mendatang. Melalui proses bertahan dan survivabilitas yang lama pada berbagai kondisi agroekosistem yang ada, ternak kerbau mengalami proses seleksi alami dalam waktu lama, sehingga diperkirakan telah menghasilkan berbagai tipe kerbau dengan pemilikan karakter spesifik lokasi. Berbagai keunikan ditemukan misalnya pada perbedaan bobot dan ukuran tubuh, ketahanan penyakit, toleransi panas dan perilaku berendam (HARDJOSUBROTO, 2006). Saat ini masyarakat mengenal kerbau rawa lokal spesifik untuk lokasi tertentu seperti kerbau Aceh di NAD, kerbau Binanga, kerbau Moa di Maluku, kerbau Belang di Sulsei), kerbau Kalang di Kalsel, dan kerbau Pampangan di Sumsel.

WARWICK *et al.* (1995) menyatakan unit utama dari sumberdaya genetik ternak dapat merupakan suatu bangsa, tipe dan galur (varietas). Unit utama dari sumberdaya genetik dinyatakan dapat pula merupakan kelompok ternak yang terisolasi secara geografis. Setiap unit dari sumberdaya genetik tersebut memiliki kesamaan karakteristik morfologi tertentu yang bisa dibedakan dari kelompok lainnya. Terkait dengan proses penyebaran alami ternak dan evolusi ternak. MORITZ (1999) menjelaskan penyebaran populasi merupakan suatu bentuk dari hasil proses ekologi dan evolusi yang memiliki konsekuensi untuk jangka panjang. Untuk mengetahui apakah pemisahan topografi seperti sungai atau gunung dan jurisdiksi pemerintahan seperti batasan propinsi (negara) yang menimbulkan keragaman morfologi secara aktual juga menghadirkan batasan terminologi dari sumberdaya genetik populasi, diperlukan konfirmasi konsistensi dari klasifikasi subjektif terhadap informasi genetik (LORENZEN *et al.*, 2006). Diperlukan kajian informasi genetik seperti tingkat variasi genetik dan hubungan kekerabatan genetik dalam dan antar populasi ternak, disamping perlunya informasi genetik berupa determinasi parantesi, *possible bottlenecks*, keterkaitan tidak berimbang dan koefisien *inbreeding* (PAETKAU, 1999). Tersedianya informasi struktur genetik populasi secara lengkap, akan sangat membantu dalam perancangan strategi konservasi dan pengembangan suatu bangsa, galur atau kelompok ternak (DELGADO *et al.*, 2001; MWACHARO *et al.*, 2006; FAJEMILEHIN dan SALAKO, 2008).

Sehubungan dengan upaya pencegahan lebih lanjut erosi sumberdaya genetik kerbau rawa lokal, diperlukan arah, program, dan perancangan aksi dari strategi konservasi ternak kerbau lokal pada skala nasional. Dengan demikian, merupakan hal penting untuk bisa mendefinisikan sebaran berbagai populasi kerbau rawa lokal antara berbagai provinsi atas dasar konsistensi dari keunikan genetik yang dimiliki, sehingga bisa lebih

ditentukan kesesuaian skala wilayah konservasi dan manajemen pemanfaatan sumberdaya genetik dari kerbau rawa lokal kita. Morfologi adalah tampilan eksternal tubuh makhluk hidup yang merupakan ekspresi dari bentuk keseimbangan biologis, sehingga dapat dipakai untuk menentukan asal-usul dan hubungan filogenik antara spesies, bangsa dan tipe ternak berbeda (WARWICK *et al.*, 1995; DRUCKER *et al.*, 2001). Dinyatakan NEI (1987) jarak genetik menunjukkan tingkat perbedaan gen atau genomik antara populasi atau spesies yang dapat diukur secara numerik. Pengukuran jarak genetik yang paling sering digunakan adalah dengan menerapkan ukuran jarak genetik didasarkan stasistik Mahalanobis (D2). Pengukuran jarak genetik didasarkan pada jarak suatu organisme atau gen yang berhubungan, sehingga efek polimorfisme dalam populasi dapat diabaikan (NEI, 1987).

Penelitian pendugaan jarak genetik dengan menggunakan analisis diskriminan morfometrik antara lain untuk ternak kambing (HERRERA *et al.*, 1996; ZAITOUN *et al.*, 2005; YAKUBU *et al.*, 2010), domba lokal (SUPARYANTO *et al.* 1999; SUMANTRI *et al.*, 2007; MANSJOER *et al.*, 2007), domba Afrika (SALAKO dan NGENE, 2002; KUNENE *et al.*, 2007, FAJEMILEHIN dan SALAKO, 2008), pada kuda Arab (SADEK *et al.*, 2006), pada sapi (SING *et al.*, 2008; YAKUBU *et al.*, 2009; PUNDIR *et al.*, 2011), pada kerbau di Sumut (SITORUS dan ANGGRAENI, 2008), kerbau di NTB (ERDIANSYAH dan ANGGRAENI, 2008). Penelitian-penelitian tentang kerbau tersebut masih terbatas pada populasi kecil dan belum menyebar secara geografi pada populasi besar. Oleh karena itu, informasi jarak genetik antar kerbau rawa lokal di berbagai provinsi di Indonesia masih sangat kurang. Penelitian ini bertujuan: (1) untuk mempelajari keragaman morfometrik dan menentukan peubah yang dapat membedakan populasi kerbau dari tujuh propinsi (NAD, Sumut, Banten, Jateng, Kalsel, Sulsel dan NTB). (2) mengestimasi jarak genetik antara ketujuh populasi kerbau rawa lokal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan informasi dasar sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan kebijakan pemuliaan ternak kerbau nasional.

MATERI DAN METODE

Penelitian lapangan dilaksanakan sejak bulan Juli sampai Nopember 2007. Data morfometrik kerbau dikumpulkan dari tujuh propinsi meliputi: NAD, Sumut, Banten, Jateng, Kalsel, Sulsel dan NTB. Penentuan lokasi penelitian di setiap propinsi didasarkan sejumlah pertimbangan seperti wilayah konsentrasi ternak kerbau dan arahan aparat pemerintah daerah. Pada beberapa propinsi seperti Sumut, Sulsel dan NTB lokasi penelitian menyebar di beberapa kabupaten. Untuk Sumut penelitian dilakukan di Kotamadya Medan,

Kabupaten Deli Serdang, Serdang Bedagai, Langkat dan Tapanuli Utara. Untuk NTB penelitian dilakukan pada Kabupaten Dompu, Woja, Pajo, Kempo dan Huu. Provinsi Kalsel meliputi Hulu Sungai Utara dan Pelaihari. Provinsi Banten meliputi Lebak dan Rangkas Bitung. Manajemen pemeliharaan di semua lokasi penelitian dilakukan secara digembalakan dan sore harinya dikandangan.

Ternak yang diamati.

Sebanyak 905 ekor kerbau rawa lokal dewasa baik jantan maupun betina yang berumur (2-8 tahun) dari tujuh propinsi yang diukur morfometiknya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah kerbau rawa lokal dewasa (umur 2-8 tahun)

Propinsi	Jantan	Betina	Total
NAD	50	50	100
Sumatera Utara	12	39	51
Banten	63	117	180
Jawa Tengah	31	172	203
Kalimantan Selatan	60	61	121
Nusa Tenggara Barat	61	139	200
Sulawesi Selatan	10	40	50
Total	287	618	905

Peubah yang diamati

Peubah yang diamati berkaitan dengan aspek morfometrik tubuh meliputi tujuh ukuran-ukuran tubuh yang diukur dengan tongkat ukur (cm) dan pita ukur (cm) dengan teknik pengukuran sebagai berikut: a) tinggi pundak (TP) adalah jarak tertinggi pundak melalui belakang scapula tegak lurus ke tanah, b) tinggi pinggul (TPi) adalah jarak tertinggi pinggul secara tegak lurus ke tanah, c) lebar pinggul (LPi) adalah jarak lebar antara kedua sendi pinggul, panjang badan (PB) adalah jarak garis lurus dari tepi tulang *processus spinocous* sampai dengan benjolan tulang tapis (*os ischium*), d) lingkaran dada (LD) diukur melingkar tepat di belakang *scapula*, e) dalam dada (DD) adalah jarak antara titik tertinggi pundak dan tulang dada, dan f) lebar dada (LeD) adalah jarak antara penonjolan sendi bahu (*os scapula*) kiri dan kanan.

Analisis data

Penelitian dilakukan dengan cara membandingkan keragaman fenotipik dan genetik morfologi tubuh serta menentukan kekerabatan genetik antara kerbau rawa lokal dari tujuh populasi dari ketujuh propinsi

penelitian. Ketujuh populasi kerbau rawa adalah: NAD, Sumut, Banten, Jateng, Kalsel, Sulsel dan NTB. Data morfometrik dipakai untuk mendapatkan rata-rata, simpangan baku, dan koefisien keragaman morfologi. Nilai rata-rata antar populasi kerbau dibandingkan dengan *Duncan Multiple Range Test*. Koreksi jenis kelamin dilakukan untuk penentuan hubungan kekerabatan dan tingkat kesamaan antar populasi.

Koreksi terhadap jenis kelamin jantan

$$X_{i\text{-terkoreksi}} = \frac{\bar{X}_{\text{betina}}}{\bar{X}_{\text{Jantan}}} \times X_{\text{pengamatan ke-i}}$$

Keterangan:

- $X_{i\text{-terkoreksi}}$ = ukuran ke-I yang dikoreksi
- $X_{\text{pengamatan ke-i}}$ = ukuran pengamatan betina ke -i
- \bar{X}_{Jantan} = rata-rata sampel jantan
- \bar{X}_{Betina} = rata-rata sampel betina

Penentuan hubungan kekerabatan antar populasi kerbau menggunakan fungsi diskriminan sederhana (HERRERA *et al.*, 1996), melalui pendekatan jarak Mahalanobis seperti yang dijelaskan oleh NEI (1987), yaitu dengan menggabungkan (*pooled*) matriks ragam peragam antara peubah dari masing-masing kerbau yang diamati menjadi sebuah matriks sebagai berikut:

$$C = \begin{bmatrix} C11 & C12 & C13 & \dots & C1p \\ C21 & C22 & C23 & \dots & C2p \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Cp1 & Cp2 & Cp3 & \dots & Cpp \end{bmatrix}$$

Jarak Mahalanobis sebagai ukuran jarak kuadrat genetik minimum yang digunakan sesuai dengan petunjuk NEI (1987) adalah sebagai berikut:

$$D^2_{(ij)} = (\bar{X}_i - \bar{X}_j) C^{-1} (\bar{X}_i - \bar{X}_j)$$

Keterangan

- $D^2_{(ij)}$ = Nilai statistik Mahalanobis sebagai ukuran jarak kuadrat genetik antara tipe kerbau ke-i dan tipe kerbau ke-j
- X_i = Vektor nilai rata-rata pengamatan dari tipe kerbau ke-i pada masing-masing peubah kuantitatif
- X_j = Vektor nilai rata-rata pengamatan dari tipe kerbau ke-j pada masing-masing peubah kuantitatif

Untuk membantu analisis statistik Mahalanobis digunakan paket program statistika SAS versi 7.0 dengan metode analisis discriminan. Hasil perhitungan jarak kuadrat kemudian diakarkan terhadap hasil kuadrat jarak untuk membuat jarak genetik yang diperoleh tidak dalam bentuk kuadrat. Hasil pengakaran dianalisis lebih lanjut dengan program MEGA seperti petunjuk KUMAR *et al.* (1993) untuk mendapatkan pohon fenogram. Teknik pembuatan pohon fenogram dilakukan dengan metode UPGAMA (*Unweighted Pair*

Group Method with Arithmetic) dengan asumsi bahwa laju evolusi antar kelompok kerbau adalah sama.

Penentuan penyebaran kerbau dan nilai kesamaan dari nilai campuran di dalam dan diantara kelompok kerbau digunakan analisis *Canonical* (HERRERA *et al.*, 1996). Analisis ini juga digunakan dalam menentukan beberapa peubah ukuran fenotipik yang memiliki pengaruh kuat terhadap penyebab terjadinya pengelompokan antara sub-populasi kerbau. Prosedur analisisnya menggunakan *PROC CANDISC* dari SAS versi 7.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik ukuran linier tubuh

Hasil analisis deskripsi dan nilai rata-rata morfometrik tubuh populasi kerbau rawa lokal dari Provinsi NAD, Banten, Sumut, Jateng, Kalsel dan Sulsel untuk betina disajikan pada Tabel 2 dan untuk jantan pada Tabel 3. Rataan tinggi pundak pada kerbau betina Sumut dan Jateng masing-masing 122,9 cm dan 122,0 cm. Kedua ukuran tersebut tidak berbeda ($P > 0,05$) dengan rata-rata tinggi pundak kerbau di NTB yaitu sebesar 121,1 cm, tetapi lebih tinggi ($P < 0,01$) bila dibandingkan dengan kerbau dari Sulsel (119,8 cm), Kalsel (119,6 cm), NAD (118,9 cm) dan Banten (117,5 cm). Berdasarkan hasil tersebut dapat dinyatakan kerbau rawa lokal Sumut Jateng dan NTB mempunyai tinggi pundak yang tinggi, sedangkan Sulsel, Kalsel, NAD dan Banten termasuk kerbau dengan tinggi pundak rendah.

Kerbau rawa lokal dari Sumut dan Jateng memiliki tinggi pinggul masing-masing 122,5 cm dan 121,0 cm lebih tinggi ($P < 0,01$) bila dibandingkan dengan kerbau Sulsel, NTB, Banten, Kalsel dan NAD. Tinggi pinggul kerbau Sulsel tidak berbeda dengan kerbau NTB, tetapi lebih tinggi ($P < 0,01$) bila dibandingkan dengan kerbau Banten, Kalsel dan NAD. Kerbau dari NAD mempunyai tinggi pinggul paling rendah. Dengan demikian terdapat variasi luas dari performa tinggi pinggul kerbau antara populasi berbeda dengan kisaran 105,9-122,5 cm. Kerbau Jateng mempunyai lebar pinggul (53,2 cm) lebih besar ($P < 0,01$) bila dibandingkan dengan rata-rata lebar pinggul kerbau Sulsel, Sumut, Banten, NTB, Kalsel dan NAD. Lebar pinggul kerbau Sulsel tidak berbeda ($P > 0,05$) dibandingkan dengan kerbau Sumut, tetapi lebih tinggi ($P < 0,01$) bila dibandingkan Banten, NTB, Kalsel dan NAD. Kerbau dari NAD mempunyai lebar pinggul paling rendah ($P < 0,01$). Dengan demikian terdapat variasi yang sangat tinggi dari performa lebar pinggul pada keenam populasi dengan kisaran 31,7-53,2 cm.

Rataan lingkaran dada paling tinggi ditemukan pada kerbau Sulsel (183,7 cm) lebih tinggi ($P < 0,01$) dibandingkan dengan rata-rata lingkaran dada kerbau Banten, Kalsel dan NAD, tetapi hampir sama dengan

kerbau dari Sumut, Jateng dan NTB. Kerbau dari NAD mempunyai lingkaran dada hampir sama dengan Banten dan Kalsel. Kerbau dari Sulsel mempunyai dalam dada 73,2 cm lebih besar ($P < 0,01$) bila dibandingkan dengan kerbau dari Jateng, NTB, Sumut, Banten, NAD dan Kalsel. Kerbau dari Jateng mempunyai dalam dada 68,9 cm hampir sama dengan kerbau dari NTB, Sumut, dan NTB, tetapi lebih besar ($P < 0,01$) bila dibandingkan dengan kerbau dari Kalsel dan Banten. Kerbau dari Kalsel mempunyai dalam dada paling rendah 59,1 cm. Pengamatan terhadap lebar dada menunjukkan kerbau dari NTB mempunyai lebar dada 57,3 cm lebih besar ($P < 0,01$) bila dibandingkan dengan Jateng, NAD, Banten Kalsel, Sumut, Sulsel. Kerbau Jateng mempunyai lebar dada 43,9 cm lebih besar ($P < 0,01$) bila dibandingkan dengan kerbau dari NAD, Banten, Kalsel, Sumut dan Sulsel. Kerbau dari NAD mempunyai lebar dada tidak berbeda dengan kerbau Banten, Kalsel dan Sumut tetapi lebih besar ($P < 0,01$) bila dibandingkan dengan Sulsel.

Pengamatan terhadap panjang badan menunjukkan kerbau Banten mempunyai panjang badan tidak berbeda dengan kerbau dari Sumut, NAD, NTB, Kalsel dan Jateng, tetapi lebih panjang ($P < 0,01$) bila dibandingkan dengan kerbau Sulsel. Secara umum parameter tubuh kerbau betina dari Sumut hampir sama dengan kerbau dari NTB dan Jateng, tetapi lebih besar bila dibandingkan dengan kerbau dari Banten, Sulsel, Kalsel dan NAD.

Pengujian menggunakan prosedur PROC GLM yang dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (Duncan's multiple range test), $P < 0,01$.

Pengujian menggunakan prosedur PROC GLM yang dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (Duncan's multiple range test), $P < 0,01$.

Tabel 3 menunjukkan pada kerbau jantan dari NAD mempunyai rata-rata tinggi pundak 130,6 cm tidak berbeda dengan kerbau dari Kalsel dan Banten, tetapi lebih tinggi ($P < 0,01$) bila dibandingkan dengan kerbau dari Sulsel, Sumut, NTB dan Jateng. Tinggi pundak kerbau dari Sulsel tidak berbeda dengan kerbau dari Sumut dan NTB tetapi lebih tinggi ($P < 0,01$) bila dibandingkan dengan kerbau Jateng. Tinggi pundak bervariasi dari 118,1 cm pada kerbau Jateng sampai 130,6 cm pada NAD.

Kerbau Sulsel mempunyai tinggi pinggul 124,2 cm tidak berbeda dengan kerbau dari Sumut dan NTB tetapi lebih tinggi bila dibandingkan dengan kerbau dari Jateng, Banten, Kalsel dan NAD. Tinggi pinggul kerbau dari Sumut hampir sama dengan NTB dan Jateng tetapi lebih tinggi ($P < 0,01$) bila dibandingkan dengan kerbau dari Banten, Kalsel dan NAD. Tinggi pinggul bervariasi dari terendah 104,9 cm pada kerbau NAD dan tertinggi 124,2 cm pada kerbau Sulsel. Lebar pinggul kerbau Sulsel hampir sama dengan kerbau Jateng tetapi lebih tinggi ($P < 0,01$) dari kerbau Sumut, Banten, Kalsel,

NAD dan NTB. Lebar pinggul kerbau Jateng tidak berbeda dengan Sumut, tetapi lebih tinggi ($P < 0,01$) dari kerbau Banten, Kalsel, NAD dan NTB. Variasi lebar pinggul 31,0 cm terendah pada kerbau NTB dan tertinggi 52,1 cm pada kerbau Sulsel.

Hampir semua populasi kerbau mempunyai panjang badan yang tidak berbeda dengan variasi 119,4-124,2 cm, kecuali kerbau Jateng mempunyai panjang badan 113,3 cm paling rendah ($P < 0,01$) bila dibandingkan dengan populasi kerbau lainnya. Kerbau dari Sulsel mempunyai lingkaran dada tertinggi 188,3 cm dan terendah 164,7 cm pada kerbau Jateng. Kerbau dari Sulsel mempunyai dalam dada tertinggi 75,5 cm lebih tinggi ($P < 0,01$) dari kerbau NTB, Sumut, NAD, Banten, Kalsel dan Jateng. Kerbau dari NTB mempunyai dalam dada hampir sama dengan kerbau dari Sumut dan NAD, tetapi kerbau dari NAD mempunyai dalam dada tidak berbeda dengan kerbau kerbau Sumut, Banten, dan Kalsel. Kerbau dari NTB mempunyai lebar dada 57,0 cm lebih tinggi ($P < 0,01$) dari populasi lainnya.

Parameter tubuh kerbau jantan Sulsel secara umum lebih besar bila dibandingkan dengan populasi lainnya, sedangkan kerbau dari Jateng mempunyai ukuran lebih kecil.

Secara umum tidak terdapat perbedaan yang mencolok antara ukuran tubuh betina dengan pejantannya. Penurunan kualitas kerbau pejantan di beberapa kabupaten di Banten telah dilaporkan oleh SAROJI *et al.* (2010) yang menyatakan kerbau dari Sajira lebih besar ($P < 0,01$) dari pada Kecamatan Cisata, tetapi hampir sama dengan Cibadak. Kerbau betina di Kecamatan Sajira, Cibadak dan Cisata, mempunyai ukuran tubuh lebih besar dari kerbau pejantannya. Hal yang sama juga dikemukakan oleh ROBBANI *et al.* (2010). Ukuran tubuh kerbau betina di Kabupaten Bogor Kecamatan Cibungbulang, Pamijahan, Nanggung dan Sukajaya mempunyai kecenderungan lebih besar dari pejantannya. Menurut LAWRENCE dan FOWLER (2002) tampilan fisik seekor hewan merupakan suatu hasil proses pertumbuhan yang berkesinambungan dengan setiap bagian tubuh mempunyai kecepatan pertumbuhan atau perkembangan berbeda. Pola pertumbuhan tersebut dapat diprediksi melalui perubahan ukuran-ukuran tubuh yang erat kaitannya dengan pertumbuhan kerangka tubuh.

Ukuran-ukuran tubuh serta komponen-komponen tubuh dengan demikian merupakan suatu keseimbangan biologis yang bisa dimanfaatkan untuk menduga gambaran bentuk tubuh sebagai penciri khas suatu spesies, phylum, bangsa dan tipe ternak (WARWICK *et al.*, 1995). Perbedaan ukuran-ukuran linier tubuh yang ditemukan antar populasi kerbau pada prinsipnya disebabkan oleh pengaruh faktor genetik, lingkungan dan interaksi antara keduanya (BOURDON, 2000). Kerbau yang sudah berkembang lama pada

Tabel 2. Rataan ukuran morfometrik tubuh antar populasi kerbau rawa lokal betina

Parameter (cm)	Populasi/ Provinsi						
	Banten (117)	Jateng (172)	Kalsel (61)	NAD (50)	NTB (139)	Sulsel (40)	Sumut (39)
TP	117,5 ^{DD} ±7,65	122,0 ^{AB} ±9,14	119,6 ^{BCD} ±3,98	118,9 ^{CD} ±3,32	121,2 ^{ABC} ±3,49	119,8 ^{BCD} ±6,50	122,9 ^A ±5,60
Tpi	110,6 ^C ±6,86	121,0 ^{AB} ±10,02	107,2 ^D ±8,36	105,9 ^D ±2,85	118,6 ^B ±3,59	119,3 ^B ±6,16	122,5 ^A ±5,13
Lpi	39,8 ^C ±8,01	53,2 ^A ±4,36	33,6 ^E ±6,43	31,7 ^E ±1,38	36,1 ^D ±6,80	49,4 ^B ±6,63	48,5 ^B ±5,72
PB	122,1 ^A ±8,56	118,5 ^A ±15,43	119,5 ^A ±2,98	120,2 ^A ±2,39	120,2 ^A ±3,70	111,9 ^B ±8,40	121,1 ^A ±7,73
LD	165,5 ^B ±13,18	178,4 ^A ±22,25	63,8 ^B ±9,32	161,8 ^B ±5,11	177,4 ^A ±12,90	183,7 ^A ±22,02	180,1 ^A ±13,59
DD	63,2 ^C ±5,37	68,9 ^B ±7,06	59,1 ^D ±5,40	60,6 ^D ±6,44	67,6 ^B ±5,81	73,2 ^A ±6,15	66,9 ^B ±5,89
LeD	39,2 ^C ±5,08	43,9 ^B ±4,40	38,8 ^C ±3,43	39,2 ^C ±3,59	57,3 ^A ±5,32	36,2 ^D ±5,23	38,2 ^C ±3,43

Tabel 3. Rataan ukuran morfometrik tubuh antar populasi kerbau rawa lokal jantan

Parameter (cm)	Populasi						
	Banten -63	Jateng -31	Kalsel -60	NAD -50	NTB -61	Sulsel -10	Sumut -12
TP	127,3 ^{AB} ±8,87	118,1 ^D ±10,73	128,2 ^{AB} ±5,00	130,6 ^A ±3,24	121,8 ^{CD} ±3,67	124,5 ^{BC} ±11,06	122,2 ^C ±7,52
Tpi	106,3 ^C ±4,55	117,8 ^B ±8,81	105,2 ^C ±14,63	104,9 ^C ±2,50	119,4 ^{AB} ±4,10	124,2 ^A ±10,85	121,2 ^{AB} ±6,76
Lpi	34,4 ^C ±4,41	49,6 ^{AB} ±3,69	34,1 ^C ±5,48	32,8 ^{CD} ±1,80	31,0 ^D ±5,88	52,1 ^A ±8,36	48,6 ^B ±2,88
PB	122,2 ^A ±7,08	113,3 ^B ±12,82	120,9 ^A ±8,54	122,2 ^A ±6,44	120,3 ^A ±4,24	119,4 ^A ±17,72	124,2 ^A ±6,22
LD	169,2 ^{CD} ±10,12	164,7 ^D ±16,23	169,3 ^{CD} ±10,08	172,8 ^{BC} ±5,36	164,5 ^D ±12,37	188,3 ^A ±34,20	178,8 ^B ±11,55
DD	64,9 ^{CD} ±5,10	63,8 ^D ±5,24	63,0 ^D ±4,49	66,0 ^{BCD} ±4,67	69,2 ^B ±8,18	75,5 ^A ±8,02	68,3 ^{BC} ±3,29
LeD	40,5 ^C ±3,94	41,5 ^C ±4,21	40,5 ^C ±2,76	41,8 ^C ±2,41	57,0 ^A ±6,70	44,8 ^B ±9,27	39,6 ^C ±3,41

agroekosistem spesifik pada habitat alami memungkinkan mempunyai sifat spesifik termasuk pada sejumlah ukuran linier tubuh. Demikian pula berbagai faktor lingkungan seperti pola budidaya, agroekosistem dan kondisi iklim setempat juga bisa memberi sumbangan terhadap performa produksi dan reproduksi ternak.

Nilai campuran fenotipe

Tabel 4 menggambarkan nilai kesamaan fenotipe dari morfometrik tubuh kerbau tertinggi pada populasi kerbau NTB dengan derajat kesamaan sebesar 95,0%, Sumut (74,51%), Sulsel (74,9%), Jateng (67,33 %) dan NAD (66,0%). Kerbau yang mempunyai nilai kesamaan dalam populasi pada taraf yang tinggi memberi makna campuran pengaruh gen dari populasi luar menjadi berkurang. Tingkat kesamaan ukuran fenotipe kedua lokasi NTB dan Sumut menunjukkan bahwa populasi kerbau di kedua propinsi cukup terisolasi hingga tidak mengalami banyak pencampuran dengan kerbau dari luar. Kerbau NTB mengalami pencampuran sangat kecil masing-masing dari kerbau Banten (0,50%), Jateng (2,50%), Kalsel (1,50%) dan Sumut (0,50%). Kerbau yang mempunyai tingkat kesamaan populasi rendah yaitu Banten (49,44%) dan Kalsel (38,02%). Kerbau dari Banten mempunyai populasi campuran paling besar dari NAD (23,05%) dan Kalsel (14,61%), sedangkan kerbau dari Kalsel mempunyai populasi campuran paling besar dari NAD (45,45%).

Berdasarkan analisis diskriminan dapat diduga adanya nilai kesamaan pada suatu populasi dan kemungkinan besarnya proporsi nilai campuran yang mempengaruhi kesamaan suatu populasi dengan populasi lainnya (HERRERA *et al.*, 1996). Ini bermakna bahwa nilai persamaan ukuran morfometrik tubuh kerbau rawa yang ditemukan antar populasi merupakan cerminan dari besarnya campuran antara populasi tersebut, baik oleh adanya kebijakan peternak dalam pengambilan keputusan maupun yang terjadi secara alami (SUPARYANTO, 1999) dan dapat digunakan untuk menggambarkan plot skor guna membandingkan di dalam dan diantara variabilitas populasi dalam hal ini kerbau pada dimensi kecil.

Peubah pembeda kelompok

Hasil analisis total struktur kanonikal disajikan pada Tabel 5, menunjukkan bahwa ukuran fenotipik yang memberi pengaruh kuat terhadap pembeda kelompok kerbau adalah tinggi pinggul pada kanonikal 1, lingkardada pada kanonikal 2, tinggi pundak pada kanonikal 3, dan dalam dada pada kanonikal 4 dengan nilai berurutan 0,985; 0,906; 0,522 dan 0,457. Dengan demikian keempat ukuran tubuh tersebut cukup baik untuk dipakai sebagai faktor pembeda antara populasi kerbau rawa. Menurut WILEY (1981) analisis variat kanonikal digunakan untuk mendapatkan kombinasi karakter yang membedakan secara keseluruhan.

Tabel 4. Persentase nilai kesamaan dan campuran dalam dan antar kelompok kerbau di tujuh lokasi (%)

Populasi	Banten	Jateng	Kalsel	NAD	NTB	Sulsel	Sumut	Total
Banten	49,44	3,37	14,61	23,03	0,56	1,69	7,30	100,00
Jateng	6,93	67,33	0,00	0,00	0,00	8,91	16,83	100,00
Kalsel	3,31	4,96	38,02	45,45	0,00	0,83	7,44	100,00
NAD	2,00	0,00	32,00	66,00	0,00	0,00	0,00	100,00
NTB	0,50	2,50	1,50	0,00	95,00	0,00	0,50	100,00
Sulsel	0,00	9,68	0,00	0,00	0,00	74,19	16,13	100,00
Sumut	9,80	13,73	0,00	0,00	0,00	1,96	74,51	100,00

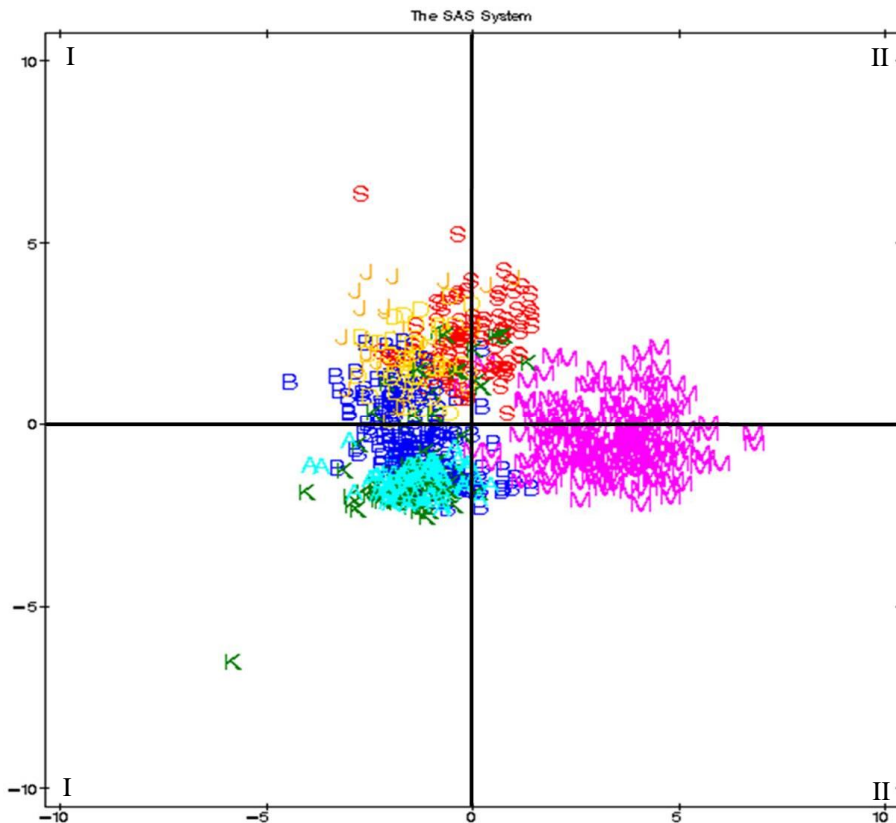
Tabel 5. Total stuktur kanonikal peubah morfometrik pada kerbau rawa lokal

Peubah morfometrik	KAN-1	KAN-2	KAN-3	KAN-4	KAN-5	KAN-6	KAN-7
Tinggi pundak	0,161	0,315	0,273	-0,572	0,037	0,641	0,247
Tinggi pinggul	0,384	0,783	0,199	-0,135	-0,424	0,021	-0,026
Lebar pinggul	-0,124	0,931	0,202	0,193	0,155	-0,018	0,125
Panjang badan	-0,008	0,047	0,646	0,214	-0,283	0,316	0,596
Lingkar dada	0,309	0,593	-0,140	-0,173	-0,043	0,021	0,708
Dalam dada	0,324	0,556	-0,282	0,274	-0,228	0,593	0,169
Lebar dada	0,969	-0,027	0,082	0,014	0,097	0,154	0,140

Peta penyebaran morfologi

Hasil analisis sebaran ukuran linier morfometrik tubuh menjelaskan bahwa ketujuh populasi kerbau rawa yang dikoleksi dari ketujuh propinsi secara morfologis menunjukkan penyebaran cukup luas. Gambar 1 mengilustrasikan ketujuh populasi kerbau pada dasarnya bisa dikelompokkan menjadi tiga yaitu: Peta penyebaran morfologi mengindikasikan adanya tiga kelompok kerbau rawa lokal. Kelompok (1) diwakili

hanya kerbau rawa dari NTB menyebar di kuadran III dan II. Kelompok (2) diwakili kerbau rawa dari lima populasi (Sumut, Jateng, Kalsel, Sulsel, dan Banten) dengan penyebaran mayoritas terjadi di kuadran I dan II dan sebagian kecil menyebar ke kuadran III dan IV. Kelompok (3) diwakili mayoritas dari populasi kerbau rawa NAD dan sebagian kecil dari Kalsel dan Banten menyebar di kwadran IV. Hal ini memperkuat perkiraan adanya keragaman morfologis yang besar antara populasi kerbau rawa di Propinsi Banten dan Kalsel.



A = NAD, B = Banten, D = Sumatera Utara, J = Sulawesi Selatan, M = NTB, K = Kalimantan Selatan, S = Jawa Tengah

Gambar 1. Distribusi tujuh populasi kerbau lokal berdasarkan morphometri tubuh

Penentuan jarak genetik dan pohon fenogram

Nilai matrik jarak genetik antara populasi kerbau rawa tertera pada Tabel 6. Kerbau dari NAD mempunyai jarak genetik terdekat dengan kerbau Kalsel sebesar 0,348 dan jarak genetik terjauh dengan NTB sebesar 21,740. Kerbau dari Kalsel mempunyai jarak terjauh dengan NTB sebesar 23,242. Kerbau dari Banten mempunyai jarak genetik terdekat dengan Kalsel sebesar 1,883 dan jarak terjauh dengan NTB sebesar 21,740. Kerbau dari Sulsel mempunyai jarak terdekat dengan Jateng sebesar 9,871 dan terjauh dengan NTB 35,317. Secara umum NTB mempunyai jarak yang cukup jauh dengan semua populasi dengan nilai berkisar dari 19,562-35,317 sedangkan Kalsel dan Banten mempunyai jarak genetik terkecil bila dibandingkan dengan populasi lainnya.

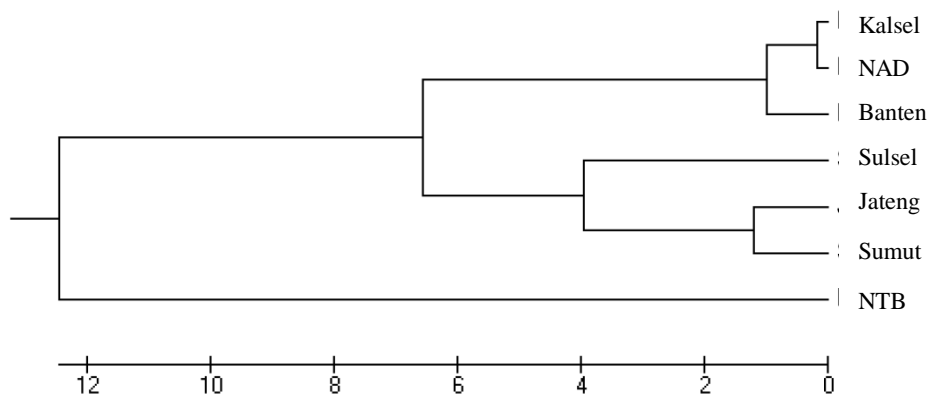
Perbedaan genetik dapat disebabkan oleh sejumlah faktor misalnya keputusan mengawinkan (*out breeding*) kerbau di suatu lokasi dengan kerbau dari luar provinsi. Dijelaskan oleh FALCONER dan MACKAY (1996) keragaman morfologi yang dikontrol oleh ekspresi gen dapat terjadi karena kegiatan seleksi, perkawinan silang

atau bencana alam yang dapat menyebabkan hanyut atau hilangnya gen tertentu.

Semua hasil tersebut mengilustrasikan bahwa sejumlah kerbau rawa lokal kemungkinan mempunyai hubungan genetik cukup dekat, sebagian lainnya mempunyai hubungan genetik cukup jauh. Tingkat hubungan kekerabatan genetik yang ditemukan sering tidak berkorelasi dengan jarak dari habitat kerbau tersebut. Pada kondisi penelitian ini masih belum diperoleh informasi cukup lengkap tentang kemungkinan penyebab sejumlah populasi kerbau rawa yang jauh terpisah (antara propinsi) tetapi teridentifikasi mempunyai jarak genetik cukup dekat satu sama lainnya. Hal ini kemungkinan ada beberapa populasi yang lebih terbuka karena jalur transportasi sehingga mempermudah perpindahan ternak kerbau. Analisis sampai pada tingkat molekuler menjadi target untuk mengetahui lebih lanjut informasi pola kekerabatan genetik tersebut. Nilai matrik genetik antara populasi kerbau rawa (Tabel 3) selanjutnya digunakan untuk membuat konstruksi pohon fenogram sebagaimana tertera pada Gambar 2.

Tabel 6. Matrik jarak genetik antara populasi kerbau rawa

Populasi	Banten	Jateng	Kalsel	NAD	NTB	Sulsel	Sumut
Banten	*	9,114	1,883	2,078	21,740	13,533	5,662
Jateng		*	14,353	16,797	19,562	9,871	2,396
Kalsel			*	0,348	23,242	18,435	8,973
NAD				*	23,176	20,106	11,129
NTB					*	35,317	26,374
Sulsel						*	5,944
Sumut							*



Gambar 2. Pohon fenogram dari tujuh populasi kerbau rawa lokal

Gambar 2 mengilustrasikan tujuh populasi kerbau secara garis besar dapat dikelompokkan kedalam tiga kluster yaitu: (1) kluster Kalsel, NAD, Banten; (2) kluster Sulsel, Jateng dan Sumut, dan (3) kluster NTB. Populasi kerbau dari kedua lokasi pengamatan di Provinsi Banten dan Kalsel menyebar cukup berjauhan. Hasil ini cukup bersesuaian dengan gambaran yang diperoleh dari peta penyebaran morfologis seperti diuraikan sebelumnya. Namun pohon fenogram atau matrik jarak genetik mampu menjelaskan lebih baik jarak genetik antara ketujuh populasi kerbau rawa pengamatan. Bila akan dilakukan perbaikan produktivitas kerbau rawa dengan melalui sistem perkawinan (*out breeding*), disarankan untuk mengawinkan antara kerbau dengan kluster yang berbeda dan memiliki jarak genetik cukup jauh. Tujuannya adalah dengan mengawinkan ternak yang memiliki kekerabatan genetik jauh diperkirakan akan diperoleh efek heterosis lebih besar dibandingkan dengan antara ternak dengan kekerabatan dekat atau dalam kluster yang sama. Hasil penelitian menunjukkan beberapa populasi kerbau rawa yang jauh terpisah habitatnya antara propinsi seperti Kalsel dengan NAD, Banten dengan NAD dan Banten dengan Kalsel teridentifikasi memiliki jarak genetik yang dekat satu sama lain, kemungkinan disebabkan oleh populasi pada kerbau Banten dan Kalsel sangat terbuka ditunjukkan dengan tingkat kesamaan di dalam populasi yang rendah (38,2-49,44%). Dengan demikian untuk memperbaiki peningkatan produktivitas kerbau rawa lokal di Indonesia, kerbau pejantan dari Sulsel yang secara umum lebih besar bila dibandingkan dengan kerbau dari propinsi lainnya dapat dipakai sebagai sumber pejantan (Tabel 3), sedangkan kerbau dari Provinsi Sumut, NTB dan Jateng dapat dipakai sebagai sumber bibit betinanya (Tabel 2).

MWACHARO *et al.* (2006) dan ZHANG *et al.* (2007) melaporkan pada populasi tertutup ternak yang dipelihara secara ekstensif dan tidak terseleksi terdapat hubungan positif yang kuat antara jarak geografik dengan jarak genetik. Jadi jarak geografik yang jauh dan terpisah dapat menyebabkan terjadinya keragaman populasi. Untuk melihat asal usul ternak kerbau BARKER *et al.* (1997) melaporkan hasil analisis keragaman genetik kerbau di Asia Selatan melalui protein darah dan mikrosatelit DNA menghasilkan ada dua tipe kerbau sungai dan lumpur (rawa). LEI *et al.* (2007) melaporkan pada kerbau lumpur di Cina melalui D-Loop mitokondria DNA menunjukkan adanya dua garis keturunan yang terpisah, sedangkan keragaman genetik kerbau sungai di India melalui D-Loop mitokondria DNA menunjukkan keragaman cukup tinggi (KUMAR *et al.*, 2007).

Keragaman genetik kerbau pada umumnya sangat rendah seperti dilaporkan oleh ZHANG *et al.* (2007) pada 18 bangsa kerbau lokal di Cina dan dua bangsa

kerbau sungai dari luar Cina berdasarkan mikrosatelit kerbau di Cina menunjukkan keragaman yang sangat rendah (2,8%). Hasil yang sama juga dilaporkan oleh SUMANTRI *et al.* (2010) melalui identifikasi keragaman grup gen hormon pertumbuhan seperti gen GH, GHR, GHRH dan Pit-1 pada lokus (GH|*MspI*, GH|AluI, GHR|AluI, GHRH|*HaeIII* dan Pit-1|*HinfI*) pada populasi kerbau di Provinsi Banten di Kabupaten Pandeglang dan Lebak. Hasil penelitian menunjukkan keragaman genetik yang sangat rendah ($H_e = 0.02$ untuk lokus GH|*MspI*) dan ($H_e = 0,23$ untuk lokus GHRH|*HaeIII*) dan ($H_e = 0,00$ untuk lokus GH|AluI, GHR|AluI dan Pit-1|*HinfI*).

Keragaman morfometri yang tinggi pada beberapa populasi yang diamati kemungkinan disebabkan oleh perbedaan sumber pakan karena pada umumnya ternak kerbau dipelihara secara digembalakan pada siang hari dan dikandangkan pada sore harinya sambil diberi pakan rumput alam. Hasil penelitian BERTHOULY *et al.* (2010) tentang karakteristik genetik melalui morfometrik dan mikrosatelit DNA pada kerbau lumpur sangat bermanfaat untuk implementasi konservasi dan strategi perbaikan mutu genetik untuk menjamin sistem pertanian berkelanjutan di Vietnam. Dengan demikian penelitian keragaman genetik melalui keragaman tingkat protein darah, tingkat molekuler seperti mikrosatelit dan mitokondria DNA, marka gen grup hormon pertumbuhan dan gen pengontrol sifat-sifat ekonomi lainnya perlu dilakukan pada populasi kerbau rawa yang padat dan lebih tersebar di beberapa provinsi sebagai pusat kerbau di Indonesia.

KESIMPULAN

Ukuran morfometrik tubuh kerbau betina pada populasi Sumut lebih besar ($P < 0,01$) bila dibandingkan dengan populasi Banten, Kalsel, NAD dan Sulsel, tetapi hampir sama dengan populasi kerbau dari Jateng dan NTB. Morfometrik tubuh kerbau jantan pada populasi Sulsel lebih besar ($P < 0,01$) bila dibandingkan dengan populasi dari Jateng, Banten dan NAD. Parameter lebar dada merupakan faktor pembeda tertinggi (0,969), lebar pinggul (0,931) dan panjang badan (0,646). Kerbau di NTB memiliki derajat kesamaan tertinggi (95,0 %), disusul dengan populasi Sumut (74,51%) dan Sulsel (74,19%) dan terendah populasi dari Kalsel (38,02%) dan Banten (49,44%).

Peta penyebaran morfologi mengindikasikan adanya tiga kelompok kerbau rawa lokal. Kelompok (1) diwakili hanya kerbau rawa dari NTB menyebar di kuadran III dan II. Kelompok (2) diwakili kerbau rawa dari lima populasi (Sumut, Jateng, Kalsel, Sulsel, dan Banten) dengan penyebaran mayoritas terjadi di kuadran I dan II dan sebagian kecil menyebar ke kuadran III dan IV. Kelompok (3) diwakili mayoritas

dari populasi kerbau rawa NAD dan sebagian kecil dari Kalsel dan Banten menyebar di kwadran IV.

Jarak genetik paling dekat ditemukan antara kerbau NAD dan Kalsel sebesar 0,348 dan Banten dengan Kalsel sebesar 1,883. Struktur pohon fenogram menunjukkan kerbau rawa dapat dimasukkan ke dalam yaitu: (1) kluster Kalsel, NAD, Banten; (2) kluster Sulsei, Jateng dan Sumut; dan (3) kluster NTB.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kementerian Departemen Pertanian RI yang telah mendanai penelitian ini melalui Program KP3T No. 1584/LB 620/I.1/5/2007.

DAFTAR PUSTAKA

- ANGGRAENI, A. dan E. TRIWULANINGSIH. 2007. Keragaan bobot badan dan morfometrik tubuh kerbau Sumbawa terpilih untuk penggemukan. Pros. Seminar Nasional Lokakarya Nasional Usaha Ternak Kerbau. Jambi, 22-23 Juni 2007. hlm; 124-131.
- ARMAN, C. 2006. Penyigian karakterisasi reproduksi kerbau Sumbawa. Pros. Lokakarya Nasional: Usaha Ternak Kerbau Mendukung Program Kecukupan Daging Sapi. Sumbawa, 4-5 Agustus 2006. Puslitbang Peternakan bekerjasama dengan Direktorat Perbibitan Ditjen Peternakan, Dinas Peternakan Propinsi NTB dan Pemda Kabupaten Sumbawa. hlm; 219-226.
- BARKER, J.S., S.S MOORE, D.J HETZEL, D. EVANS, S.G. TAN BARKER, J.S., S.S MOORE, D.J. HETZEL, D. EVANS and K. BYRNE. 1997. Genetic diversity of Asian water buffalo (*Bubalus bubalis*): Microsatellite variation and a comparison with protein-coding loci. *Anim. Genet.* 28: 103-115
- BERTHOULY C., X. ROGNON, T. NHU VAN, A. BERTHOULY, H. THANH HOANG, B. BED'HOM, D. LALOE, C. VU CHI, E. VERRIER and J.-C. MAILLARD. 2010. Genetic and morphometric characterization of a local Vietnamese Swamp Buffalo population. *J. Anim. Breed. Genet.* 127: 74-84.
- BOURDON, R.M. 2000. Understanding Animal Breeding. 2nd Ed. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. USA.
- DELGADO, J.V. C. BARBA, M.E. CAMACHO, F.T.P.S. SERENO, A. MARTINEZ and J.L. VEGA-PLA. 2001. Livestock characterisation in Spain. *Agri.* 29: 7-18.
- DITJEN PETERNAKAN. 2009. Statistik Peternakan. Direktorat Jenderal Peternakan, Departemen Pertanian. Jakarta.
- DRUCKER, A.G., V. GOMEZ and S. ANDERSON. 2001. The economic valuation of farm animal genetic resources: A survey of available methods. *Ecol. Econ.* 36: 1-18.
- DWIYANTO, K. dan E. HANDIWIRAWAN. 2006. Strategi pengembangan ternak kerbau: Aspek penjarangan dan distribusi. Pros. Lokakarya Nasional Usaha Ternak Kerbau Mendukung Program Kecukupan daging sapi. Sumbawa, 4-5 Agustus 2006. Puslitbang Peternakan bekerjasama dengan Direktorat Perbibitan Ditjen Peternakan, Dinas peternakan Propinsi NTB dan Pemda Sumbawa. hlm; 3-12.
- ERDIANSYAH, E. dan A. ANGGRAENI. 2008. Keragaan fenotipe dan pendugaan jarak genetik antara subpopulasi kerbau rawa lokal di Kabupaten Dompu, Nusa Tenggara Barat. Pros. Seminar dan Lokakarya Nasional Usaha Ternak Kerbau. Tana Toraja, 24-26 Oktober 2008. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 55-67.
- FALCONER, D.S. and T.F.C. MACKAY. 1996. Quantitative Genetics. Fourth Ed. Longman Group Ltd. England.
- FAJEMILEHIN, O.K.S. and A.E. SALAKO. 2008. Body measurements characteristics of the West African Dwarf (WAD) goats in deciduous forest zone of southwestern Nigeria. *Afr. J. Biotechnol.* 7: 2521-2526.
- HARDJOSUBROTO, W. 2006. Kerbau mutiara yang terlupakan. Orasi Purna Tugas. Fakultas Peternakan, Univ. Gadjah Mada, Yogyakarta.
- HERRERA, M., E. RODERO, GUTIERREZ, F. PERIA and J.M. RODERO. 1996. Application of multifactorial discriminant analysis in the morphostructural differentiation of Andalusian caprine breeds. *Small Rum. Res.* 22: 39-47.
- KUMAR, S., K. TAMURA and M. NEI. 1993. *MEGA*. Molecular Evolutionary Genetics Analysis. Version 1.01. Institute of Molecular Evolutioner Genetic. The Pennsylvania University, USA.
- KUMAR, S., M. NAGARAJAN, J.S. SANDHU, N. KUMAR and V. BEHL. 2007. Phylogeography and domestication of Indian river buffalo. *BMC Evol. Biol.* 7: 186-194.
- KUNENE, N., E.A. NESAMVUNI and A. FOSSEY. 2007. Characterization of Zulu (Nguni) sheep using linear body measurements and some environmental factors affecting these measurements. *South Afr. J. Anim. Sci.* 37: 11-20.
- KUSNADI, U., D.A. KUSUMANINGRUM, R.G. SIANTURI dan E. TRIWULANINGSIH. 2005. Fungsi dan peranan kerbau dalam system usahatani di Propinsi Banten. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 12-13 September 2005. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm; 316-322.
- LAWRENCE, T.L.J. and V.R. FOWLER. 2002. *GROWTH OF Farm Animals.* 2nd Ed. CABI Publishing, New York. USA.
- LEI, C.Z., W. ZHANG, H. CHEN, F. LU, R.Y. LIU, X.Y. YANG, H.C. ZHANG, Z.G. LIU, L.B. YAO, Z.F. LU and Z.L. ZHAO. 2007. Independent maternal origin of Chinese swamp buffalo (*Bubalus bubalis*). *Anim. Genet.* 38: 97-102.

- LORENZEN, E.D., P. ARCTANDER and H.R. SIEGISMUND. 2006. Regional Genetic structuring and evolutionary history of the Impala *Aepyceros Melampus*. *J. Heredity*. 97: 119-132.
- MANSJOER, S.S., T. KERTANUGRAHA dan C. SUMANTRI. 2007. Estimasi jarak genetik antara domba Garut tipe tangkas dan tipe pedaging. *Media Petern.* 30: 129-138.
- MORITZ, C. 1999. Conservation units and translocations: Strategies for conserving evolutionary processes. *Hereditas*. 130: 217-228.
- MWACHARO, J.M., A.M. OKEYO, G.K. KAMANDE and J.E.O. REGE. 2006. The small East African shorthorn zebu cows in Kenya. 1: Linear body measurements. *Trop. Anim. Health Prod.* 38: 65-76.
- NEI, M. 1987. *Molecular Evolutionary Genetics*. Columbia University Press. New York.
- PAETKAU, D. 1999. Using genetics to identify intraspecific conservation units: A critique of current methods. *Conserv. Biol.* 13: 1507-1509.
- PUNDIR, R.K. P.K. SINGH, K.P. SINGH and P.S. DANGI. 2011. Factor Analysis of Biometric Traits of Kankrej Cows to Explain Body Conformation. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24: 449-456.
- ROBBANI, A.R., JAKARIA dan C. SUMANTRI. 2010. Karakteristik Fenotipik Kerbau Rawa di Kabupaten Bogor. Pros. Seminar dan Lokakarya Nasional Kerbau. Lebak, 2-4 November 2010. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 49-56.
- SADEK, M.H., A.Z. AL-ABOUD and A. ASHMAWY. 2006. Factor analysis of body measurements in Arabian horses. *J. Anim. Breed Genet.* 123: 369-377.
- SALAKO, A.E. and L.O. NGERE. 2002. Application of multifactorial discriminant analysis in the morphometric structural differentiation of West African Dwarf (WAD) and Yankasa sheep in South West Nigeria. *Nig. J. Anim. Prod.* 29: 163-167.
- SAROJI, R.E. SITOMPUL, JAKARIA dan C. SUMANTRI. 2010. Karakteristik ukuran tubuh kerbau rawa di Kabupaten Lebak dan Pandeglang Provinsi Banten. Pros. Seminar dan Lokakarya Nasional Kerbau. Lebak, 2-4 November 2010. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 36-48.
- SINGH, P.K., R. K. PUNDIR, S.P.S. ALHAWAT, N. S. KUMAR, M. G. GOVINDAIAH and K. ASIJA. 2008. Phenotypic characterization and performance evaluation of Hallikar cattle in its native tract. *Indian J. Anim. Sci.* 78: 211-214.
- SITORUS, A.J dan A. ANGGRAENI. 2008. Karakterisasi morfologi dan estimasi jarak genetik kerbau rawa, sungai (Murrah) dan silangannya di Sumatera Utara. Pros. Seminar dan Lokakarya Nasional Usaha Ternak Kerbau. Tana Toraja, 24-26 Oktober 2008. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 38-54.
- SUMANTRI, C. R. DIYONO, A. FARAJALLAH, A. ANGGRAENI dan E. ANDREAS. 2010. Pemanfaatan famili gen Hormon Pertumbuhan (GH, GHR, GHRH dan PIT-1) untuk mendeteksi keragaman genetik kerbau di Kabupaten Pandeglang dan Lebak Provinsi Banten. *JITV* 15: 286-296.
- SUMANTRI, C., A. EINSTIANA, J.F. SALAMENA dan I. INOUNU. 2007. Keragaan dan hubungan phylogenetik antar domba lokal di Indonesia melalui pendekatan analisis morfologi. *JITV* 12: 42-54.
- SUPARYANTO, A., T. PURWADARIA dan SUBANDRIYO. 1999. Pendugaan jarak genetik dan faktor peubah pembeda bangsa dan kelompok domba di Indonesia melalui pendekatan analisis morfologi. *JITV* 4: 80-87.
- WARWICK, E.J., J.M. ASTUTI dan W. HARDJOSUBROTO. 1995. *Pemuliaan Ternak*. Gadjah Mada Univ. Press, Yogyakarta.
- WILLEY, E.O. 1981. *Phylogenetics: The Theory and Practice of Phylogenetics Systematics*. University of Kansas, Lawrence. John Wiley & Son, New York.
- YAKUBU, A., D.M. OGAH and K.O. IDAHOR. 2009. Principal component analysis of the morphostructural indices of White Fulani cattle. *Trakia J. Sci.* 7: 67-73.
- YAKUBU, A., A.E. SALAKO, I.G. IMUMORIN, A.O. IGE and M.O. AKINYEMI. 2010. Discriminant analysis of morphometric differentiation in the West African Dwarf and Red Sokoto goats. *South Afr. J. Anim. Sci.* 40: 381-387.
- ZAITOUN, I.S., M.J. TABBAA and S. BDOUR. 2005. Differentiation of native goat breeds of Jordan on the basis of morphostructural characteristics. *Small Rum. Res.* 56: 173-182.
- ZHANG, Y., D. SUN, Y. YU and Y. ZHANG. 2007. Genetic diversity and differentiation of Chinese domestic buffalo based on 30 microsatellite markers. *Anim. Genet.* 38: 569-575.