

036.213
SAP
S. 21

STUDI KRANIOMETRI SAPI JAWA
DAN BEBERAPA BANGSA SAPI POTONG DI INDONESIA

TESIS

Oleh
SAPARTO



PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU TERNAK
PROGRAM PASCASARJANA – FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
2004

**STUDI KRANIOMETRI SAPI JAWA
DAN BEBERAPA BANGSA SAPI POTONG DI INDONESIA**

Oleh

SAPARTO

NIM : H4A 002 017

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Magister Pertanian
pada Program Studi Magister Ilmu Ternak, Program Pascasarjana
Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU TERNAK
PROGRAM PASCASARJANA – FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
2004**

Judul Tesis : STUDI KRANIOMETRI SAPI JAWA DAN
BEBERAPA BANGSA SAPI POTONG DI
INDONESIA

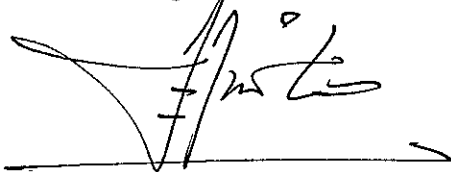
Nama Mahasiswa : SAPARTO

Nomor Induk Mahasiswa : H4A 002 017

Program Studi : MAGISTER ILMU TERNAK

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal 12 Juni 2004

Pembimbing Utama



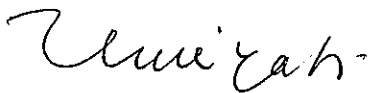
Dr. Ir. Edy Kurnianto, MS. MAgr.

Pembimbing Anggota



Dr. Ir. Irene Sumeidiana, MS

Ketua Program Studi



Dr. Ir. Umiyati Atmomarsono

Ketua Jurusan Produksi Ternak



Dr. Ir. Mukh Arifin, MSc.

Dekan Fakultas Peternakan



Ir. Bambang Srigandono, MSc.

ABSTRAK

SAPARTO. H4A002017. Studi Kranimetri Sapi Jawa Dan Beberapa Bangsa Sapi Potong Di Indonesia. (Pembimbing : EDY KURNIANTO dan IRENE SUMEIDIANA).

Penelitian tentang Studi Kranimetri Sapi Jawa dan Beberapa Bangsa Sapi Potong di Indonesia dengan tujuan untuk mengidentifikasi bangsa dan mengklarifikasi hubungan antar bangsa sapi yang berbeda telah dilaksanakan mulai Juli 2003 sampai dengan Januari 2004. Sampel yang digunakan sebanyak 34, 28, 16, 41 dan 12 buah kranium masing-masing pada sapi Jawa, sapi Bali, sapi Madura, sapi Peranakan Ongole, dan Banteng, yang masing-masing diperoleh di RPH Kabupaten Brebes, Denpasar-Bali, Kabupaten Bangkalan-Madura, Semarang dan Museum Zoologicum Bogoriensis-Bogor.

Setiap sample kranium diukur sebanyak 15 jenis ukuran sebagai variabel. Data dianalisis secara univariat dan multivariat dengan paket program statistik SAS ver. 6 tahun 1990. Pada analisis univariat digunakan uji t, sementara itu analisis multivariat digunakan: "Principal Component Analysis" atau Analisis Komponen Utama, "Canonical Discriminant Analysis" atau Analisis Diskriminan Kanonik dan "Discriminant Component Analysis" atau Analisis Komponen Diskriminan.

Hasil penelitian menunjukkan: (1) Bangsa sapi dan jenis kelamin berpengaruh terhadap variabel ukuran kranium; (2) Dua Komponen Utama pertama dari Analisis Komponen Utama menerangkan keragaman variabel kranium sebesar 76,21%; 77,58%; dan 74,98%, masing-masing untuk gabungan jenis kelamin, jantan, dan betina. Urutan kranium yang paling panjang adalah Banteng, sapi PO, sapi Jawa, sapi Madura kemudian sapi Bali. Bentuk kranium yang paling besar adalah Banteng, disusul sapi Bali, sapi Madura, sapi Jawa kemudian sapi PO. Variabel yang baik digunakan sebagai pembeda bangsa adalah variabel-14 yaitu "Height of the occipital region" untuk fungsi diskriminan I, dan variabel-6 yaitu "Post palatal length" dan variabel-8 yaitu "Least breadth between the bases of the horncores" untuk fungsi diskriminan II. Penggunaan Analisis Diskriminan untuk mengelompokkan 4 bangsa sapi potong dan Banteng dalam penelitian ini menghasilkan ketepatan yang tinggi, hal ini ditunjukkan dengan tingkat kesalahan yang rendah. Tingkat ketepatan dalam pengelompokan bangsa sapi sebesar 93,70%; 95,33%; dan 97,92%, masing-masing untuk gabungan jenis kelamin, jantan, dan betina. Tingkat kesalahan dalam pengelompokan bangsa sapi sebesar 6,30%; 4,67%; dan 2,08%, masing-masing untuk gabungan jenis kelamin, jantan, dan betina; (3) Sapi Jawa mempunyai jarak genetik lebih dekat dengan sapi Madura dan sapi PO dibanding sapi lainnya. Banteng mempunyai jarak genetik paling jauh dengan bangsa sapi lainnya.

Kata kunci : Kranimetri, Sapi Potong Indonesia, Analisis Univariat, Analisis Multivariat.

ABSTRACT

SAPARTO. H4A 002 017. Craniometric Study of Java Cattle and Other Breeds of Indonesian Native Cattle. (Advisor: **EDY KURNIANTO** and **IRENE SUMEIDIANA**).

A study on craniometric of Java cattle and four other breeds of Indonesian native cattle was conducted to identify the breed and to clarify the relationship between different breed among them. The study was started from July 2003 to January 2004. The number of specimens examined for Java, Filial Ongole, Madura, and Bali cattle were 34, 41, 16 and 28, respectively. They were collected from the slaughter houses in Brebes-Central Java, Semarang-Central Java, Bangkalan-Madura, Denpasar-Bali respectively. Mean-while, 12 spesimens of Banteng were obtained from the Bogor Zoological Muzeum-West Java.

Each specimen collected was measured for 15 cranial measurements. The SAS (1990) was applied both for univariate and multivariate analysis approaches. Univariate analysis used was t-test. Multivariate analysis performed using Principal Component Analysis, Canonical Discriminant Analysis and Discriminant Analysis.

Results showed that (1) Breed and sex significantly affected the cranial measurements; (2) The first of two Principal Components accounted for 76,21%, 77,58% and 75,00% of all variation in the sex pool, male and female respectively, with meant that most of the cranial variations could be explained as size differences. The longest cranium was belong to Banteng, subsequently followed by Filial Ongole, Java, Madura and Bali cattle. The cranial shape of Banteng was also the largest, followed by Bali, Madura, Java and Filial Ongole cattle. Measurement variable for number 14 (height of the occipital region) was the best discriminator for the first canonical variate, whereas number 6 (post palatabel length) and number 8 (Least breadth between the bases of the horncores) were the best discriminator for the second one. This meant that those variable were the discriminator for breed differences. Using Discriminant Analysis for classifying five breeds of native cattle resulted in hight accuraty as indicated by the low probability of erroneus discrimination. The accuracy accounted for 93,70%, 95,33%, and 97,92% in sex pool, male and female, respectively. The rate of misclassification was for 6,30%, 4,67%, and 2,08% in sex pool, male, and female respectively; (3) Java cattle was nearer in the genetic relationship to Madura and Filial Ongole cattle compared to either Banteng or Bali cattle. Banteng was the farthest to all breeds.

Key words: Craniometric, Indonesian Native Cattle, Univariate Analysis, Multivariate Analysis

KATA PENGANTAR

Sapi Jawa merupakan salah satu sapi asli yang ada di Indonesia, disamping sapi Bali, sapi Madura dan sapi PO. Mengingat kelangkaan sapi Jawa dan belum banyaknya penelitian khususnya mengenai informasi genetik maka perlu dilakukan penelitian tentang sapi Jawa. Salah satu penelitian tersebut adalah mempelajari ukuran kranium sapi Jawa secara multivariat dengan membandingkan dengan sapi lainnya. Identifikasi dan pendugaan jarak genetik berdasarkan studi kranimetri dapat dilakukan dengan hasil yang cukup efektif serta biaya relatif murah.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah S.W.T. yang telah memberikan rahmat dan hidayah Nya sehingga penelitian dan penulisan tesis ini dapat selesai dengan baik dan lancar. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Bapak Dr.Ir. Edy Kurnianto, MS MAgr. sebagai pembimbing utama dan Ibu Dr.Ir. Irene Sumeidiana, MS sebagai pembimbing anggota atas bimbingan, saran dan pengarahannya sehingga penelitian dan penulisan tesis ini dapat diselesaikan. Terimakasih disampaikan kepada Ibu Dr.Ir. Siti Nuramalia Prijono, Bp. Ir. Soeroso, Sdr.Ir. Siti Aminah, Bp. Murokhim, Bp. Darmanto, Sdr. Toufiq, dan lainnya atas bantuan berupa fasilitas, waktu, tenaga dan pikiran. Khususnya kepada isteri tercinta Ir. Ardiana Rustana yang dengan senang hati ikut menemani dan membantu serta memberikan dorongan motivasi dalam melaksanakan penelitian diucapkan terimakasih.

Kepada pimpinan Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro beserta Staf Pengelola Program Studi Magister Ilmu Ternak Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, penulis ucapkan terima kasih atas bimbingan dan kesempatan yang telah penulis terima selama belajar di perguruan tinggi.

Pada kesempatan terakhir penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Semarang, Juni 2004

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR ILUSTRASI	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	3
1.3. Manfaat	3
1.4. Kerangka Pemikiran	4
1.5. Hipotesis	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Asal-usul Sapi di Indonesia	6
2.2. Bangsa-bangsa Sapi Potong Asli dan Lokal Indonesia	7
2.3. Anatomi Kranium Sapi	18
2.4. Metode Identifikasi Bangsa Sapi Secara Morfometrikal	19
2.5. Analisis Multivariat	23
BAB III. MATERI DAN METODE	30
3.1. Materi dan Peralatan yang Digunakan	30
3.2. Metode	31
3.3. Variabel	32
3.4. Analisis data	34

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1. Pengaruh Bangsa terhadap Variabel Ukuran Kranium	38
4.2. Pengaruh Jenis Kelamin terhadap Variabel Ukuran Kranium ...	41
4.3. "Principal Component Analysis" (Analisis Komponen Utama/ AKU)	43
4.4. "Canonical Discriminant Analysis" (Analisis Diskriminan Kanonik)	51
4.5. "Discriminant Analysis Linear" (Analisis Diskriminan Linier) ...	61
 BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	 70
5.1. Kesimpulan	70
5.2. Saran	71
 DAFTAR PUSTAKA	 72
 LAMPIRAN	 75
 RIWAYAT HIDUP	 97

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Nama dan Pengukuran Variabel yang Diamati pada Kranium Sapi	33
2. Pengaruh Bangsa terhadap Variabel Ukuran Kranium Sapi Jantan-Betina	38
3. Pengaruh Bangsa terhadap Variabel Ukuran Kranium Sapi Jantan	39
4. Pengaruh Bangsa terhadap Variabel Ukuran Kranium Sapi Betina	40
5. Rataan Variabel (cm), Simpangan Baku (cm) dan Pengaruh Perbedaan Jenis Kelamin terhadap Variabel Ukuran Kranium	42
6. Akar Ciri, Proporsi dan Kumulatif dari Komponen Utama (KU)	44
7. Vektor Ciri dari Masing-masing Komponen Utama (KU)	46
8. Akar Ciri, Proporsi dan Kumulatif dari Fungsi Diskriminan Kanonik...	52
9. Matriks "Pooled Within Canonical Structure"	53
10. Rataan Fungsi Diskriminan Kanonik Kelompok Bangsa Sapi	54
11. Jarak Kuadrat Mahalanobis Antar Bangsa Sapi	59
12. Rekapitulasi Kesalahan Klasifikasi dan Peluang Posterior dalam Keanggotaan Bangsa Sapi	62
13. Jumlah Amatan, Persentase Ketepatan dan Kesalahan Pengelompokan Sapi Gabungan Jantan dan Betina	66
14. Jumlah Amatan, Persentase Ketepatan dan Kesalahan Pengelompokan Sapi Jantan	67
15. Jumlah Amatan, Persentase Ketepatan dan Kesalahan Pengelompokan Sapi Betina	68

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. Banteng Jantan dan Betina	8
2. Sapi Bali Jantan dan Betina	11
3. Hubungan silsilah dari Sub-Famili <i>Bovinae</i>	12
4. Sapi Madura Jantan	14
5. Sapi Peranakan Ongole (PO)	16
6. Sapi Jawa Jantan dan Betina	17
7. Kranium Sapi dari Arah Dorsal	18
8. Nama Titik Ukuran dari Arah Dorsal dan Ventral Kranium Sapi.....	32
9. Variabel yang Diamati dan Diukur pada Kranium Sapi Arah Dorsaldan Lateral	33
10. Ploting KU-I dan KU-II pada Bangsa-bangsa Sapi Potong	47
11. Ploting KU-I dan KU-II pada Bangsa-bangsa Sapi Potong Jantan	48
12. Ploting KU-I dan KU-II pada Bangsa-bangsa Sapi Potong Betina	49
13. Ploting DK-I dan DK-II Individu dan Rataan Kelompok Bangsa-bangsa Sapi Potong	55
14. Ploting DK-I dan DK-II Individu dan Rataan Kelompok Bangsa Sapi Potong Jantan	57
15. Ploting DK-I dan DK-II Individu dan Rataan Kelompok Bangsa Sapi Potong Betina	58
16. Sapi Bali Jantan Berwarna Merah	64
17. Sapi PO yang Diduga Bercampur dengan Keturunan Sapi Jawa	65

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Format Program SAS dan Data Penelitian	75
2. Uji t Pengaruh Bangsa, Uji Duncan terhadap Variabel Ukuran Kranim.	77
3. Akar Ciri dan Vektor Ciri dari Komponen Utama	78
4. Analisis Diskriminan Kanonik, Jarak Mahalanobis, Uji Koefisien Kanonik, dan Akar Ciri Kanonik	80
5. Korelasi Kanonik dan Rataan Bangsa pada Variabel Kanonik	82
6. Uji Analisis Diskriminan	83
7. Dokumentasi Foto Sapi Jawa	89
8. Dokumentasi Foto Sapi Bali	92
9. Dokumentasi Foto Sapi	93
10. Dokumentasi Foto Sapi PO	94
11. Dokumentasi Foto Banteng	95
12. Peta Lokasi Penelitian	96

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sapi-sapi yang ada di dunia ini pada umumnya berasal dari tiga nenek moyang yang disebut sebagai *Bos taurus*, *Bos indicus* dan *Bos (bibos) banteng*. Bangsa-bangsa sapi yang diturunkan dari *Bos taurus* ini menyebar ke berbagai belahan dunia seperti Amerika, Australia dan Selandia Baru. Keturunan *Bos taurus* telah banyak ditenakkan dan dikembangkan menjadi bangsa-bangsa sapi antara lain Aberdeen Angus, Hereford, Simmental, Limousin, Charolais dan lain-lain. Penyebaran keturunan *Bos indicus* terutama pada daerah tropis seperti India, Asia Tenggara, Afrika, Amerika dan lain-lain. Sapi keturunan *Bos indicus* antara lain bangsa sapi Ongole, Brahman, dll. Habitat *Bos (bibos) banteng* dapat ditemukan di beberapa hutan di Indonesia, Malaysia, Thailand dan negara di Asia Tenggara.

Beberapa bangsa sapi potong di Indonesia yang terkenal adalah sapi Bali, sapi Madura, Sapi Aceh dan sapi Jawa. Sapi Bali diyakini sebagai hasil domestikasi langsung dari *Bos (bibos) banteng* yang dikembangkan secara murni di Pulau Bali. Sapi Madura diperkirakan berasal dari persilangan sapi keturunan *Bos (bibos) banteng* dengan sapi keturunan *Bos indicus*. Sapi-sapi potong lokal Indonesia tersebut memiliki karakteristik yang berbeda satu dengan lainnya baik dari segi morfologi, tipologi, keragaman genetik maupun keunggulan komparatif. Selain sapi Bali dan sapi Madura, terdapat sapi Peranakan Ongole (PO) yang merupakan turunan hasil

persilangan sapi Jawa dengan sapi Zebu (*Bos indicus*) dan sapi PO ini telah menjadi bangsa sapi tersendiri. Populasi sapi PO telah berkembang pesat dan menyebar ke seluruh Indonesia. Beberapa bangsa sapi lokal Indonesia tersebut diperkirakan masih turunan dari *Bos (bibos) banteng*. Dengan demikian maka diperkirakan ada semacam ikatan benang merah yang menggambarkan hubungan kekerabatan antar bangsa sapi tersebut, disamping adanya perbedaan keragaman genetik dan fenotipiknya.

Sapi Jawa yang merupakan plasma nutfah Indonesia belum banyak diteliti dan kurang mendapat perhatian dibanding dengan bangsa sapi lainnya. Bahkan, sapi Jawa sudah dianggap telah punah, sehingga tidak tercantum dalam publikasi yang dilaporkan oleh Direktorat Jenderal Peternakan. Populasi sapi Jawa diperkirakan hanya tinggal beberapa ribu ekor, dan paling banyak ditemukan di daerah Kabupaten Brebes-Jawa Tengah.

Mengingat kelangkaan sapi Jawa dan belum banyaknya penelitian maka perlu dilakukan penelitian dasar. Salah satu penelitian untuk mengetahui tentang informasi genetik sapi Jawa adalah dengan mempelajari secara morfometrikal ukuran kranium (kranimetri) sapi Jawa dan membandingkan dengan ukuran kranium bangsa sapi potong lainnya. Berdasarkan identifikasi variabel ukuran kranium tersebut, sapi Jawa dapat diketahui apakah ada perbedaan genetik atau sejauh mana perbedaan genetik tersebut dengan sapi Madura, sapi PO dan sapi Bali. Identifikasi dan pendugaan jarak genetik bangsa sapi berdasarkan studi kranimetri dapat dilakukan dengan hasil yang cukup efektif serta biaya relatif murah.

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan :

1. Untuk mengetahui pengaruh bangsa sapi dan jenis kelamin terhadap variabel ukuran kranium.
2. Untuk mengetahui gambaran hubungan antara bangsa sapi Jawa dengan bangsa sapi potong lainnya berdasarkan variabel kuantitatif, mengidentifikasi variabel-variabel ukuran kranium yang mampu membedakan kelompok bangsa sapi, dan menentukan tingkat ketepatan dan tingkat kekeliruan dalam pengelompokan bangsa sapi potong.
3. Untuk memperkirakan jarak genetik melalui pendekatan statistik jarak Mahalanobis antara bangsa sapi Jawa dengan bangsa sapi potong lainnya.

1.3. Manfaat

Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat berupa :

1. Informasi tentang identifikasi bangsa sapi Jawa dan beberapa bangsa sapi potong di Indonesia.
2. Hubungan jarak genetik antara sapi Jawa dan beberapa bangsa sapi potong di Indonesia.
3. Hasil penelitian dapat berguna sebagai alat untuk mengidentifikasi spesies sapi ke dalam kelompok bangsa sapi yang dipelajari.

1.4. Kerangka Pemikiran

Keragaman sifat morfologis dapat terjadi karena adanya proses mutasi, seleksi, perkawinan silang ataupun bencana alam yang dapat berakibat hilang/ hanyutnya gen tertentu (Falconer, 1981 yang dikutip Suparyanto *et al.*, 1999). Proses tersebut berpengaruh pada tingkat genetik yang pada akhirnya diaktualisasikan ke dalam bentuk kuantitatif maupun kualitatif dari sifat morfologis. Dengan demikian evolusi telah mendasari adanya keanekaragaman, dengan pemahaman bahwa perubahan sifat hayati ternak akan diturunkan secara genetik oleh tetuanya, sehingga generasi selanjutnya merupakan generasi hasil evolusi sebelumnya (Suparyanto *et al.*, 1999). Akibat evolusi, terjadi perubahan-perubahan morfologi yang dipengaruhi oleh gen-gen tertentu dalam jangka waktu panjang, baik disebabkan karena proses domestikasi yang dipengaruhi oleh alam, seleksi, serta perkawinan/persilangan baik secara alami maupun adanya rekayasa oleh manusia.

Terjadinya persilangan-persilangan antara dua dan atau ketiga nenek moyang sapi yaitu *Bos taurus*, *Bos indicus*, dan *Bos(Bibos) banteng* menghasilkan keanekaragaman genetik pada bangsa-bangsa sapi yang terbentuk, baik itu sapi Jawa, sapi Madura dan sapi Peranakan Ongole. Identifikasi suatu bangsa sapi dan pendugaan jarak genetik dari masing-masing bangsa sapi tersebut dapat dipelajari dengan pola pendekatan sifat fenotipik yang dapat ditemui dalam setiap individu ternak, antara lain melalui morfologi ukuran-ukuran kranium atau studi kraniometri.

Kranium sapi merupakan bagian tubuh yang diturunkan secara genetis. Setiap bangsa sapi diduga kuat akan mempunyai ukuran-ukuran kranium yang berbeda.

Pendugaan jarak genetik dapat dilakukan dengan pendekatan analisis multivariat dari variabel ukuran-ukuran kranium. Melalui studi kraniometri sapi Jawa dan beberapa bangsa sapi potong lokal tersebut diharapkan dapat diketahui kekhasan ciri yang dimilikinya. Kekhasan ciri yang ditemukan pada sapi Jawa dapat digunakan sebagai bahan untuk pengembangan lebih lanjut dalam upaya untuk mengkonservasi sapi Jawa.

1.5. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian adalah :

1. Bangsa sapi dan jenis kelamin mempengaruhi ukuran-ukuran kranium sapi.
2. Terdapat ukuran spesifik kranium sapi yang dapat digunakan sebagai pembeda dalam pengelompokan bangsa sapi.
3. Tergambarkan jarak genetik antar bangsa sapi dengan pendekatan statistik jarak Mahalanobis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Asal-usul Sapi di Indonesia

Sulit untuk mengetahui secara pasti kapan dan dimana mulai dilakukan domestikasi sapi. Sesuai dengan perkembangan peradaban bangsa-bangsa di dunia, diduga bahwa sapi-sapi pertama kali dijinakkan di benua Asia (Pane, 1993). Di Indonesia terdapat *Bos (bibos) banteng* yang diyakini sebagai nenek moyang sapi yang menurunkan sapi-sapi lokal yang ada di Indonesia. Diperkirakan pulau Jawa merupakan pusat domestikasi dari keturunan *Bibos* ini dan menyebar ke daerah lain.

Pane (1993) dan Sugeng (1996) menyatakan bahwa mengenai asal-usul sapi Jawa, Madura, dan Sumatra para ahli sependapat bahwa sapi-sapi tersebut berasal dari hasil persilangan antara *Bos indicus* (Zebu) dari India dengan sapi setempat yang merupakan keturunan Banteng. Tentang tempat persilangannya, Pane (1993) menyatakan bahwa terdapat dua pendapat tentang tempat terjadinya persilangan yaitu : (1) Di luar Indonesia (Hindia Belakang) dan hasil persilangan dibawa bangsa Hindu ke Jawa dan Sumatra; dan (2) Di Indonesia, terutama di Jawa dan mungkin pula di Sumatra.

Pane (1993) menyatakan bahwa pada tahun 1897 pemerintah Belanda mendatangkan sapi Ongole pertama kali dari India ke Pulau Sumba. Di pulau Sumba tersebut sapi Ongole ditenakkan secara murni secara terus menerus sampai sekarang dan terkenal sebagai bangsa Sumba Ongole atau S.O. Bangsa sapi Ongole

ini di Belanda dikenal dengan nama Zebu, sedangkan di Jawa lebih dikenal dengan nama sapi Benggala. Selanjutnya sebagai usaha dalam perbaikan mutu sapi potong di pulau Jawa, sapi Jawa tersebut dikawinsilangkan dengan sapi Ongole, menghasilkan sapi Peranakan Ongole atau P.O. Persilangan antara sapi-sapi lokal dengan sapi-sapi *Bos indicus*, *Bos (bibos) banteng* terus berlangsung sehingga menghasilkan sapi-sapi seperti yang dapat dilihat sekarang ini.

2.2. Bangsa Sapi Potong Asli dan Lokal Indonesia

Hardjosubroto (1994) menyatakan bahwa sapi potong asli Indonesia adalah sapi potong yang sejak dahulu kala sudah terdapat di Indonesia, sedangkan sapi lokal adalah sapi potong yang asalnya dari luar Indonesia, tetapi sudah berkembangbiak dan dibudidayakan lama sekali di Indonesia, sehingga telah mempunyai ciri khas tertentu. Yang termasuk bangsa sapi potong asli Indonesia hanya sapi Bali (*Bos sondaicus*), sedangkan yang termasuk sapi lokal adalah sapi Madura, dan sapi Sumba Ongole.

2.2.1. Banteng

Banteng atau *Bos (Bibos) banteng* hidup liar di berbagai hutan di Asia Tenggara. Habitat banteng masih bisa ditemukan di Pulau Jawa, Kalimantan, Malaysia sampai Indo China. Hardjosubroto (1994) menyatakan bahwa di Indonesia, banteng liar hanya tinggal ada di hutan lindung Blauran Jawa Timur dan Ujung Kulon Jawa Barat. Banteng hidup dalam kelompok-kelompok kecil, terdiri dari beberapa ekor banteng

betina, seekor atau dua ekor banteng jantan dan beberapa anak. Banteng tersebut hidup pada tanah-tanah datar dan bukit-bukit dan bisa mencapai ketinggian 1000 m. Banteng jantan tua sering hidup menyendiri. Warna banteng jantan tua adalah hitam, sedangkan warna banteng betina sawo-matang merah. Baik jantan maupun betina mempunyai warna putih di pantat dan kaki bagian bawah. Bercak putih juga sering terdapat pada bidang dalam daun telinganya dan pada bibirnya. Tubuh banteng termasuk besar, tinggi banteng jantan mencapai 1,70 m. (Slipjer, 1954).

Mason (1969), Payne and Rollinson (1973) dan Hayashi *et al.* (1982^a) menyatakan bahwa banteng diyakini sebagai nenek moyang (“ancestor”) dari sapi Bali yang telah mengalami domestikasi berabad-abad lamanya dan dibudidayakan secara murni di pulau Bali. Payne (1970) menyatakan bahwa banteng merupakan sumber asli bangsa-bangsa sapi di Indonesia. Sapi-sapi yang kini ada merupakan keturunan banteng, seperti: sapi Bali, Madura, Jawa, Sumatra dan sapi lokal lainnya. Banteng pernah diekspor dari Indonesia ke Malaysia, Philipina dan Hawaii. Profil tubuh banteng dapat dilihat pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Banteng Jantan dan Betina

Dari sisi ukuran-ukuran kranium, Hayashi *et al.* (1981) telah melaporkan bahwa berdasarkan 15 variabel ukuran kranium, banteng mempunyai variabel ukuran kranium yang paling besar dibandingkan dengan bangsa sapi Bali, sapi Madura, sapi Aceh. Ukuran-ukuran kranium banteng jantan lebih besar dibanding banteng betina.

2.2.2. Sapi Bali

Hardjosubroto (1994) menyatakan bahwa sapi Bali berasal dari banteng (*Bibos banteng*) yang telah dijinakkan berabad-abad yang lalu. Sapi Bali mempunyai beberapa sinonim, yaitu *Bos javanicus*, *Bos banteng* dan *Bos sondaicus*. Pada abad 19 sapi Bali mulai menyebar ke Lombok. Pada awal abad 20 sapi Bali dimasukkan ke Sulawesi Selatan. Sejak tahun 1962 sapi Bali telah disebarkan ke banyak wilayah Indonesia. Penyebaran sapi Bali diketahui pernah sampai di Australia, Malaysia, Thailand, dan Philipina. Hal ini dibuktikan dengan adanya HbX di daerah tersebut.

Slijper (1954) menyatakan bahwa sapi Bali dikembangkan dan dijaga kemurniannya di pulau Bali. Akibat domestikasi, banteng mengalami perubahan, tetapi perubahan itu mungkin hanya disebabkan oleh perubahan cara kehidupan dan bukan oleh karena persilangan dengan bangsa-bangsa sapi lain. Sugeng (1996) menyatakan bahwa bentuk sapi Bali serupa dengan banteng, tetapi ukuran tubuh lebih kecil akibat proses domestikasi.

Pane (1993) menyatakan bahwa proses perubahan bentuk tubuh menyebabkan bentuk tubuh sapi Bali menjadi lebih kecil daripada banteng asli. Perubahan bentuk tersebut terutama pada berat dan tinggi badan. Walaupun berat dan tinggi badan

mengalami penurunan, namun sapi Bali masih memiliki banyak persamaan tipe dibanding dengan banteng asli, terutama ciri khasnya yaitu warna bulu putih pada bagian kaki dan pantat, bibir, garis hitam di bagian punggung dan bentuk tanduk. Penyebaran sapi Bali telah sampai ke Semenanjung Coburg di Australia Utara (Mason, 1969 yang dikutip Robinson, 1977).

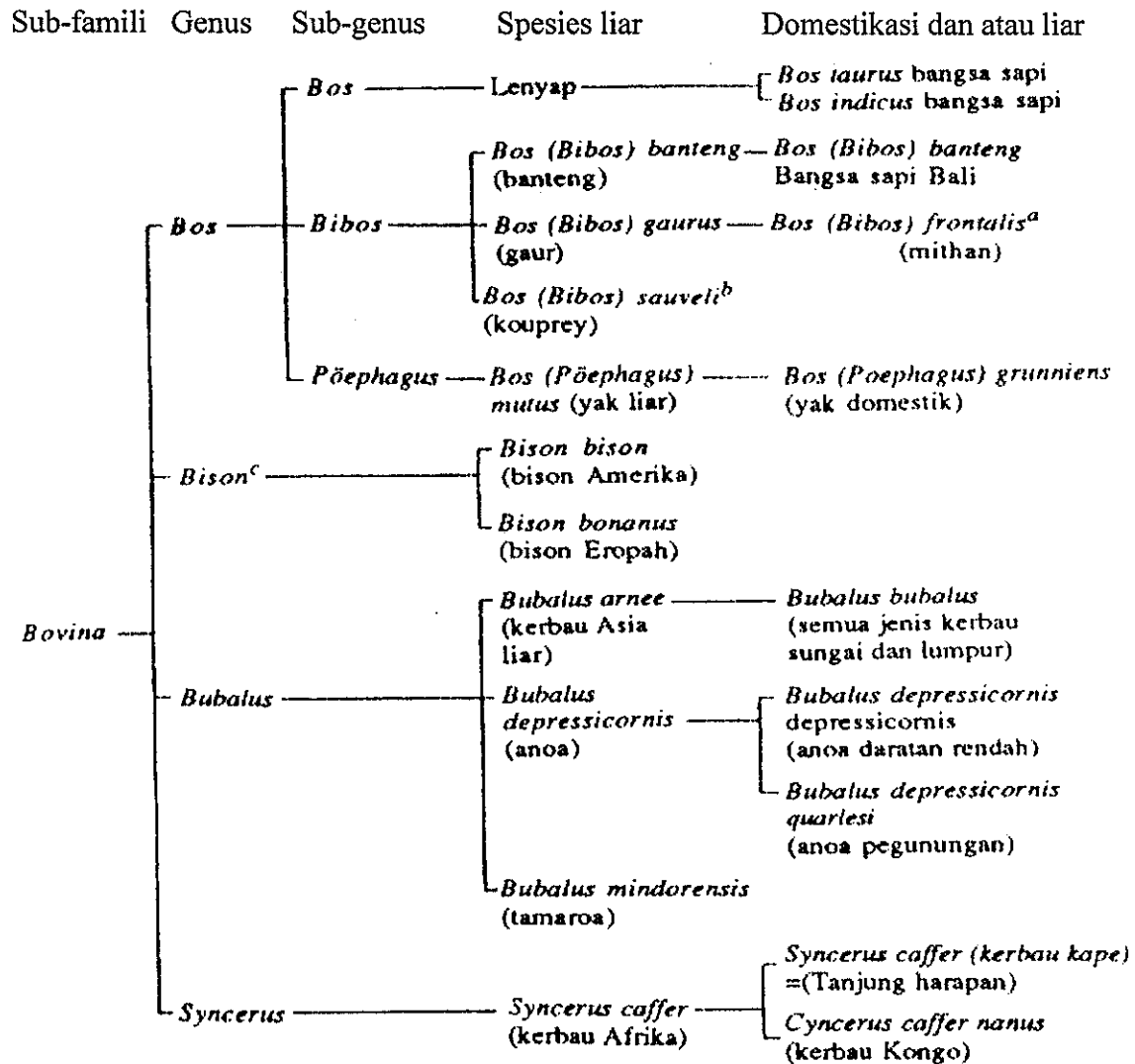
Slijper (1954) menyebutkan tentang ciri-ciri sapi Bali bahwa bentuk tubuh sapi Bali menyerupai banteng. Warna bulu anak sapi Bali yang baru lahir adalah sawo-matang merah mengkilap, dan mempunyai garis punggung hitam yang nyata. Sapi betina yang telah dewasa tetap berwarna sawo-matang merah, sedangkan sapi jantan dewasa menjadi hitam warna bulunya. Apabila sapi jantan dikebiri maka warna bulunya menjadi sawo-matang. Sapi Bali jantan maupun betina mempunyai warna bulu putih pada bidang belakang paha atau pantat dan kaki bagian bawah berwarna putih. Pada sapi jantan yang tua sering kali tumbuh warna putih di dahinya, yaitu diantara dasar tanduk-tanduknya. Sapi Bali lebih kecil dibandingkan dengan sapi Banteng; tinggi gumbanya biasanya tidak lebih dari 1,30 m.

Sugeng (1996) mengatakan bahwa sapi Bali mempunyai dada yang dalam dan badan yang padat. Tanduk pada sapi jantan tumbuh agak ke bagian luar kepala, sedangkan betina agak ke bagian dalam. Kakinya pendek menyerupai kaki kerbau. Tinggi sapi dewasa 130 cm, berat rata-rata sapi jantan 450 kg, sedangkan betina 300 – 400 kg, rataan persentase karkas sebesar 57. Profil tubuh sapi Bali dapat dilihat pada Ilustrasi 2.



Ilustrasi 2. Sapi Bali Jantan dan Betina

Pane (1993) menyatakan bahwa sapi Bali ini meskipun tidak satu sub-genus dengan sapi-sapi *Bos*, dalam pandangan sehari-hari tidaklah dibeda-bedakan. Sebenarnya sapi Bali hanya berada dalam satu famili dengan sapi-sapi lainnya yaitu famili *Bovidae*, tetapi berlainan sub-genus karena sapi Bali termasuk sub-genus *Bibos* sedangkan sapi-sapi lainnya sub-genus *Bos*. Karena sapi Bali bukan satu sub-genus dengan sapi-sapi lainnya (*Bos indicus* dan *Bos taurus*), maka anak jantan pertama (F1) yang dihasilkan perkawinan silangnya terutama dengan *Bos taurus*, pada umumnya mandul atau “infertil”. Ilustrasi 3 menyajikan hubungan kelompok hewan satu dengan lainnya dalam sub-famili *Bovinae*.



Ilustrasi 3. Hubungan Silsilah dari Sub-Famili *Bovinae* (Williamson dan Payne, 1993)

2.2.3. Sapi Madura

Hardjosubroto (1994) menyatakan bahwa sapi Madura merupakan sapi lokal Indonesia yang sudah menunjukkan bentuk yang sangat seragam. Sapi ini diduga berasal dari hasil persilangan antara banteng dengan sapi Zebu, yang kemungkinan besar adalah sapi Sinhala yang dibawa oleh para pedagang pada jaman dahulu.

Pane (1993) menyatakan bahwa diduga sapi Madura sama dengan sapi Jawa, jadi berasal dari keturunan Zebu dan banteng. Sebagai akibat dari adanya isolasi alam dan pengaruh lingkungan sekitarnya, maka sapi Madura menjadi seperti apa yang terlihat saat ini. Sekitar tahun 1955 suatu usaha perbaikan mutu sapi Madura telah dilakukan dengan cara mengawin-silangkan sapi Madura dengan sapi Red Deen dengan tujuan rencana pembentukan bangsa sapi perah. Namun karena tidak diperoleh data hasilnya, maka tidak diketahui pengaruhnya dan sampai dimana perbaikan yang telah diperoleh.

Hardjosubroto dan Astuti (1980) mengatakan bahwa sapi Madura merupakan turunan sapi Bali. Ciri-ciri yang dimiliki bangsa sapi Madura sebagai salah satu kelompok bangsa sapi tropis pada dasarnya seperti sapi Bali. Namun sapi ini memiliki ciri khas yang menonjol sehingga dengan mudah bisa dibedakan dengan bangsa sapi yang lain, khususnya sapi Bali. Pada jantan maupun betina berwarna merah bata dan hampir tidak ada bedanya antara kedua jenis kelamin tersebut. Paha bagian belakang berwarna putih, sedangkan kaki depan berwarna merah muda. Tanduk pendek dan beragam ada yang melengkung seperti bulan sabit dan ada pula yang tumbuh agak ke samping dan ke atas. Tanduk sapi betina relatif kecil dan pendek, dengan panjang ± 10 cm. Tanduk pada sapi Madura jantan panjangnya 15 – 20 cm. Panjang badan mirip sapi Bali, tetapi berponok kecil. Berat badan mencapai 350 kg. Tinggi badan kira-kira 118 cm. Persentase karkas mencapai 48% (Sugeng, 1996).

Dari sisi variabel ukuran kranium, Hayashi *et al.* (1981) melaporkan bahwa dari uji-t univariat, ada delapan variabel ukuran kranium sapi Madura yang berbeda nyata dibandingkan dengan sapi Bali. Pada umumnya variabel ukuran kranium sapi Madura lebih besar/panjang dibandingkan sapi Bali. Profil tubuh sapi Madura dapat dilihat pada Ilustrasi 4.



Ilustrasi 4. Sapi Madura Jantan

2.2.4. Sapi Peranakan Ongole (PO)

Hardjosubroto (1994) menyatakan bahwa sapi Ongole berasal dari Madras, India. Sapi ini pertama kali dimasukkan ke Sumba tahun 1906 dengan tujuan semula untuk dikarantina di pulau tersebut, tetapi kemudian dikembangkan terus di pulau tersebut. Tahun 1915 dan berturut-turut dalam tahun 1919 dan 1929, sudah mulai disebarkan ke luar pulau Sumba, dengan nama sapi Sumba Ongole atau sapi SO. Sutopo *et al.* (2001) menyatakan bahwa sapi Zebu dari India didatangkan ke Jawa Timur untuk memperbaiki atau meningkatkan ukuran-ukuran badan dan jumlah daging pada sapi-sapi lokal. Sapi PO terbetuk sebagai hasil “grading up” sapi Jawa

dengan sapi SO disekitar tahun 1930 melalui kebijakan Pemerintah yang dikenal dengan Ongolisasi.

Harmadji dan Sudiono (1975) menyatakan, Pulau Sumba merupakan tempat pengembangan sapi Ongole secara murni yang kemudian dikawin-silangkan dengan sapi-sapi lokal yang ada di Jawa. Selanjutnya dikatakan bahwa sapi PO mempunyai ukuran kepala relatif pendek dengan profil melengkung, telinga panjang dan menggantung, serta ukuran perut yang besar. Pada sapi PO jantan kadang-kadang dijumpai bercak-bercak hitam pada lututnya, mata besar dan terang dengan kulit sekitar mata kira-kira 1 cm berwarna hitam. Sapi PO mempunyai ciri-ciri mirip sapi Ongole.

Menurut Ensiklopedi Indonesia (1992), sapi PO pada umumnya mempunyai warna bulu putih atau kelabu, berekor panjang dan ujungnya berbulu rambut bagus, berkaki panjang dan berurat kuat dan mempunyai ponok di atas gumba. Ada gelambir menggelayang dari bawah kepala, leher sampai ke perut.

Menurut Hardjosubroto dan Astuti (1980), sapi PO dianggap sebagai turunan langsung hasil perkawinan sapi lokal dengan sapi India. Karakteristik morfologi sapi PO adalah adanya ponok. Profil tubuh sapi PO dapat dilihat pada Ilustrasi 5.



Ilustrasi 5. Sapi Peranakan Ongole (PO)

2.2.5. Sapi Jawa

Dibanding dengan sapi potong lainnya, populasi sapi Jawa paling sedikit jumlahnya. Karena jumlah yang sedikit tersebut, maka dilihat dari segi populasi sapi Jawa sudah pada batas kritis, sehingga dianggap sudah punah. Namun dari data lapang, sapi Jawa masih didapatkan terutama di daerah Jawa, khususnya daerah di Kabupaten Brebes dan beberapa daerah lain yang tidak terjangkau introduksi bangsa sapi lain melalui Inseminasi Buatan (IB). Informasi di lapangan menunjukkan pada daerah tersebut pemilik sapi Jawa bangga dengan sapi Jawa dan berusaha agar sapi Jawa tetap bisa dilestarikan dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu.

Keterangan mengenai sapi Jawa masih sulit diperoleh, baik menyangkut populasi, ciri-ciri morfologi yang baku, potensi genetik, sifat-sifat reproduksi dan kemampuan produksinya. Dalam *Cattle of Africa and Asia* pada *World Cattle II*, Rouse (1976) hanya menyebutkan bahwa pada dasarnya sapi Jawa sama dengan sapi Madura, tetapi agak lebih besar dari sapi Madura. Bangsa sapi Jawa ini terlihat di

pulau Jawa, sehingga dinamakan sapi Jawa. Dengan alasan ini sapi Jawa ditetapkan sama dengan bangsa sapi Madura.

Dalam Ensiklopedi Indonesia (1992) disebutkan ciri-ciri sapi Jawa yaitu: termasuk sapi kecil, pendek, berkepala kecil dan bertanduk besar, berotot kuat, ekornya bagus, warna bulu kebanyakan merah tua. Sapi Jawa jantan lebih berwarna kehitaman dibanding yang betina. Profil tubuh sapi Jawa dapat dilihat pada Ilustrasi 6.



Ilustrasi 6. Sapi Jawa Jantan dan Betina

Sugeng (1996) menyatakan bahwa para ahli berpendapat sapi Jawa merupakan sapi lokal yang berasal dari persilangan *Bos indicus* (Zebu) dan *Bos sondaicus* atau *Bos bibos*. *Bos bibos* merupakan sumber asli bangsa-bangsa sapi Indonesia.

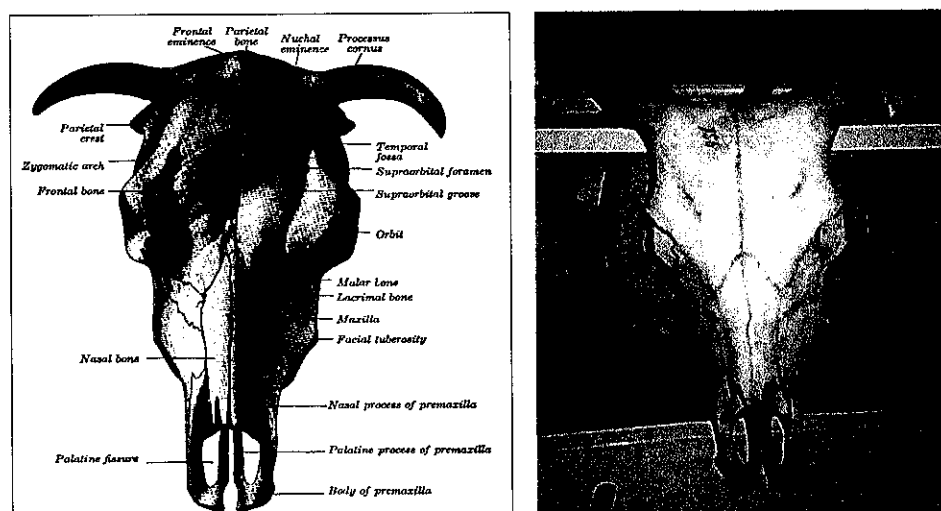
Dari penelitian Sutopo *et al.* (2001) melalui pendekatan analisis molekuler diperoleh hasil bahwa sapi Jawa mempunyai karakteristik genetik yang berbeda dengan sapi Bali, sapi Peranakan Ongole dan sapi Madura. Dilihat dari sisi jarak genetik, sapi Jawa lebih dekat dengan sapi Madura dan sapi PO dibandingkan dengan

sapi Bali. Meskipun demikian belum banyak informasi yang dapat digali dari segi potensi genetik sapi Jawa.

2.3. Anatomi Kranium Sapi

Menurut Frandson (1996) kranium adalah bagian skeleton yang membentuk kerangka dasar kepala. Kranium ini mempunyai fungsi sebagai pelindung otak penyokong berbagai organ sensum dan membentuk awal saluran sistema digestoria dan sistema respiratoria. Kranium sebagian besar dibentuk dari tulang-tulang jenis membraneus, yang terdiri atas *lamina interna* dan *lamina eksterna* yang merupakan tulang padat dan dipisahkan oleh lapisan diploe (yang merupakan tulang spongiosa).

Banyak pengamatan yang menunjukkan adanya perbedaan antar spesies terutama pada bagian kepala, dan ini tergantung variasi pada *pars facialis* kranium. Ilustrasi 7 memberikan gambaran visualisasi secara umum anatomi kranium sapi.



Ilustrasi 7. Kranium Sapi dari Arah Dorsal (Sisson dan Grossman, 1961).

2.4. Metode Identifikasi Bangsa Sapi Secara Morfometrikal

Epstein (1983) menyatakan bahwa secara menyeluruh, evolusi dan seleksi alam telah berperan penting terhadap penyimpangan karakteristik dari suatu hewan. Karena adanya mutasi dan perbedaan genetik dalam populasi, maka kelangsungan hidup individu dalam meneruskan perkembangan dari populasi akan memperbaiki kemampuannya untuk tumbuh dan berkembang biak dalam lingkungan tertentu. Adaptasi evolusioner pada hewan ini, termasuk perubahan morfologi, biokimia dan tingkah laku telah berlangsung dari satu generasi ke generasi berikutnya. Perubahan-perubahan tersebut tergantung dari kemampuan adaptasi sifat fisiologi yang berhubungan dengan kapasitas individu hewan untuk menyesuaikan dengan lingkungannya.

Keragaman sifat morfologis dapat terjadi karena adanya proses mutasi, seleksi, perkawinan silang dan bencana alam yang dapat berakibat hilangnya/ hanyutnya gen tertentu (Falconer, 1981 yang dikutip Suparyanto *et al.*, 1999). Proses tersebut berpengaruh pada tingkat genetik yang pada akhirnya diaktualisasikan ke dalam bentuk kuantitatif maupun kualitatif dari sifat morfologis. Dengan demikian evolusi telah mendasari adanya keanekaragaman, dengan pemahaman bahwa perubahan sifat hayati ternak akan diturunkan secara genetik oleh tetuanya, sehingga generasi selanjutnya merupakan generasi hasil evolusi sebelumnya.

Keragaman morfologis kemungkinan besar juga terjadi pada bangsa-bangsa sapi potong yang ada di Indonesia. Payne dan Rollinson (1973) menyatakan bahwa bangsa sapi Aceh, sapi Madura, sapi Jawa dan sapi Bali adalah sapi-sapi asli Indonesia.

Khusus sapi Bali dianggap sebagai bangsa hasil domestikasi dari banteng (*Bos banteng*) yang habitatnya menyebar kebeberapa daerah di Jawa, Kalimantan sampai kebeberapa negara Asia Tenggara. Pada sisi lain, dalam sejarah dapat diketahui bahwa sapi-sapi Zebu dari India telah didatangkan ke Indonesia, dan ini diasumsikan juga bahwa sapi-sapi asli Indonesia mewarisi darah sapi Zebu. Fakta menunjukkan bahwa sapi Bali mirip dengan banteng liar dalam hal warna kulit, dan sapi Aceh mempunyai ponok yang serupa dengan sapi Zebu. Demikian pula dengan sapi Jawa yang merupakan bangsa sapi potong asli Indonesia yang sampai sekarang belum banyak dilakukan penelitian tentang asal-usulnya.

Klarifikasi asal-usul/ identifikasi serta hubungan antara bangsa sapi yang satu dengan bangsa sapi yang lain dapat dilakukan dengan pendekatan analisis statistik secara morfometrikal dari ukuran-ukuran tubuh sapi dan ukuran-ukuran kranium sapi.

2.4.1. Metode analisis morfometrikal berbagai ukuran tubuh.

Morfologi ukuran-ukuran tubuh dari suatu bangsa ternak seperti panjang badan, tinggi pundak, lingkar dada, lebar dada, dalam dada merupakan variabel fenotipik dari suatu bangsa ternak yang diturunkan secara genetik. Ukuran-ukuran variabel fenotipik tersebut berbeda antara bangsa ternak yang satu dengan bangsa ternak yang lain. Perbedaan itu disebabkan karena adanya perbedaan genetik, sebagai akibat adanya evolusi, seleksi ataupun perkawinan silang.

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian tentang asal-usul/identifikasi spesies serta hubungannya dengan bangsa ternak tertentu dengan berbagai jenis

ternak. Otsuka *et al.* (1982) telah melakukan penelitian tentang ukuran-ukuran tubuh dari beberapa bangsa sapi asli di Indonesia, yaitu sapi Aceh, sapi Madura dan sapi Bali. Suparyanto *et al.* (1999) telah mempelajari pendugaan jarak genetik dan faktor peubah pembeda bangsa dan kelompok domba di Indonesia melalui pendekatan analisis morfologi pada Domba Ekor Tipis dan Domba Ekor Gemuk yang berasal dari beberapa daerah di Indonesia. Variabel tubuh tebal ekor, lebar ekor dan panjang ekor memberikan pengaruh yang kuat terhadap pembedaan kelompok domba. Uji jarak Mahalanobis dan peta penyebaran menunjukkan bahwa kelompok domba terdiri atas dua bangsa yang terpisah jelas, yaitu kelompok I terdiri domba Ciamis, Garut dan Sumatra, kelompok II domba Pamekasan dan Garahan.

2.4.2. Metode analisis berbagai ukuran kranium

Karakteristik tulang termasuk bentuk tulang kranium dan mandibula sangat berhubungan dengan sifat-sifat yang diturunkan dari tetuanya (Atchley *et al.*, 1985 yang dikutip Goto *et al.*, 1991). Oleh karena itu analisis statistik terhadap ukuran-ukuran tulang dapat digunakan untuk mengidentifikasi suatu strain/ bangsa dalam spesies hewan atau ternak dan mengidentifikasi hubungan kekerabatan diantara strain/ bangsa yang berbeda. Festing (1972) adalah peneliti pertama yang melaporkan tentang cara mengidentifikasi strain tikus ("mice") menggunakan ukuran-ukuran mandibula dengan analisis diskriminan.

Menurut Festing (1972), kranium merupakan bagian tubuh yang nyata diturunkan secara genetik dari tetua kepada generasi turunannya. Pada bangsa yang

berbeda akan ditemui ukuran-ukuran kranium yang berbeda, baik ukuran panjang (“size”) maupun bentuknya (“shape”). Identifikasi asal-usul dan hubungan antar spesies sapi dapat dipelajari dari ukuran morfologi kranium. Beberapa peneliti telah melakukan penelitian kranimetri dengan menggunakan beberapa jenis ternak dan hewan lainnya. Hayashi *et al.* (1981) telah melakukan penelitian tentang karakteristik ukuran-ukuran kranium sapi asli Indonesia dan banteng di Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sapi Aceh mempunyai kedalaman dan ketinggian kranium yang lebih pendek daripada panjang kranium, dan bagian serebral kranium lebih besar dibanding bagian fasial. Sapi Madura mempunyai karakteristik antara sapi Aceh dan sapi Bali. Derajat keseragaman dalam populasi pada sapi Aceh sangat rendah. Karakteristik sapi Bali sangat mirip dengan banteng daripada sapi Aceh dan sapi Madura.

Hayashi *et al.* (1982^a) telah melakukan penelitian untuk mengklarifikasi hubungan banteng liar dan lima tipe sapi asli Asian yaitu sapi Bali, sapi Madura, sapi Aceh, sapi Leyte dan sapi Korea dengan menggunakan analisis multivariat ukuran kranium dan mandibula. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa berdasarkan bagan yang disusun oleh “Principle Component-1 (PC-1)” dan “Principle Component-2 (PC-2)” mengindikasikan sapi Bali sangat dekat dengan banteng. Hal ini membuktikan bahwa sapi Bali dianggap hasil domestikasi langsung dari sapi banteng. Anggapan ini didukung dengan fakta bahwa kemiripan keduanya tidak saja didasarkan pada PC-1 sebagai ukuran panjang atau “size” tetapi juga pada PC-2 sebagai ukuran bentuk atau “shape”. Sapi Madura berada di tengah antara kelompok

sapi Bali dan banteng dengan sapi Leyte dan Korea. Selain itu penelitian kranium sapi Yak di Nepal juga telah dilakukan oleh Hayashi *et al.* (1989).

Penelitian keragaman morfologi dengan menggunakan ukuran kranium dan mandibula juga dilakukan oleh Maryanto *et al.* (1997) dengan menggunakan monyet. Penelitian untuk mengidentifikasi strain pada hewan percobaan seperti tikus telah banyak dilakukan di Jepang. Identifikasi strain dari bangsa tikus dengan menggunakan ukuran-ukuran mandibula telah dilakukan oleh Goto *et al.* (1982) dan Goto *et al.* (1991). Identifikasi morfometrikal pada ternak kelinci telah dilakukan oleh Goto *et al.* (1987), pada ternak babi oleh Hayashi *et al.* (1984), pada ayam hutan dan ayam domestik oleh Hayashi *et al.* (1982^b), dan pada kelelawar oleh Maharadatunkamsi dan Kitchener (1997).

2.5. Analisis Multivariat

Santoso (2003) menyatakan bahwa secara umum, analisis multivariat berhubungan dengan metode-metode statistik yang secara bersama-sama atau simultan melakukan analisis terhadap lebih dari dua variabel pada setiap obyek atau amatan. Jadi bisa dikatakan bahwa analisis multivariat merupakan perluasan dari analisis univariat (seperti uji t) atau bivariat (seperti korelasi dan regresi sederhana). 'Variat' dalam pengertian 'multivariat' dapat didefinisikan sebagai suatu kombinasi linier dari variabel-variabel dengan bobot variabel yang ditentukan secara empiris. Model matematisnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Nilai variat} = w_1.X_1 + w_2.X_2 + \dots + w_n.X_n.$$

X_n adalah variabel yang telah ditentukan oleh peneliti, sedangkan w_n adalah hasil dari proses multivariat. Nilai variat adalah hasil dari proses perkalian dan penjumlahan w dan X , yang menghasilkan suatu nilai variat tertentu.

2.5.1. "Principal Component Analysis" atau Analisis Komponen Utama (AKU)

Susetyo dan Aunuddin (1992) menyatakan bahwa Analisis Komponen Utama (AKU) merupakan salah satu teknik peubah ganda yang bertujuan untuk mereduksi dimensi banyak peubah sehingga dapat diterangkan oleh beberapa peubah baru, namun tetap dapat menerangkan sebagian besar informasi data asalnya. Teknik ini sering dijadikan sebagai langkah awal untuk analisis lanjutan misalnya mengeksplorasi tebaran individu dalam dimensi yang lebih kecil.

Gaspersz (1991) menyatakan bahwa pada dasarnya AKU bertujuan menerangkan struktur ragam-peragam melalui kombinasi linier dari variabel-variabel dan secara umum AKU bertujuan mereduksi data dan menginterpretasikannya. Meskipun dari p buah variabel asal dapat diturunkan p buah komponen utama untuk menerangkan keragaman total sistem, namun seringkali keragaman total itu dapat diterangkan secara memuaskan oleh sejumlah kecil komponen utama, misalnya oleh k buah komponen utama, dimana $k < p$. Dengan demikian kita akan memperoleh bagian terbesar informasi tentang struktur ragam-peragam dari p buah variabel asal itu dalam k buah komponen utama.

Susetyo dan Aunuddin (1992) menyatakan bahwa PROC PRINCOMP pada program "Statistical Analysis System" (SAS)/STAT (1990) merupakan suatu

prosedur untuk menghasilkan skor komponen setiap individu. Skor komponen ini merupakan suatu koordinat baru yang mewakili koordinat aslinya yang jumlahnya lebih banyak. Variable-variable baru ini sering dikatakan sebagai Komponen Utama (KU) I, KU II dan seterusnya. KU I merupakan komponen yang terbesar pertama dalam menerangkan informasi data asli, KU II merupakan komponen terbesar kedua dan seterusnya. Sebagai data masukan dari analisis ini dapat berupa data baris, matriks korelasi, atau matriks peragam. Selain menghasilkan skor komponen, prosedur ini menghasilkan akar ciri ("eigenvalue") dan vektor ciri ("eigenvector").

Menurut IPB dan Dirjen Dikti (2002), KU adalah himpunan variabel baru, yang merupakan kombinasi linier dari variabel yang diamati, yang memiliki sifat ragam yang mengecil, sebagian besar keragaman (sebagian informasi) dalam himpunan p variabel asal cenderung terkumpul pada beberapa KU-I, dan sedikit keragaman (informasi) dari p variabel asal terkumpul pada KU terakhir. Ini berimplikasi bahwa KU-KU urutan terakhir dapat dibuang tanpa kehilangan banyak informasi. Jadi AKU bisa digunakan sebagai salah satu teknik mereduksi banyaknya variabel. Dalam SAS/STAT (1990) dikatakan bahwa AKU adalah teknik multivariat untuk mempelajari hubungan antar beberapa variabel kuantitatif.

Dalam analisis morfometrikal seperti kranimetri misalnya, Hayashi *et al.* (1981; 1982^a dan 1989) dan Nishida *et al.* (1983) menyatakan bahwa implementasi dalam menginterpretasikan tebaran amatan obyek pada plotting KU-I dan KU-II adalah : Komponen Utama I (KU-I) dapat diterima sebagai faktor panjang kranium ("as a size factor") dan Komponen Utama II (KU-II) dapat diterima sebagai faktor

bentuk kranium (“as a shape factor”). Ini berarti bahwa posisi suatu amatan/ obyek yang terletak pada absis KU-I semakin ke kanan maka akan semakin panjang ukuran kraniumnya, dan posisi suatu amatan/obyek semakin ke atas maka akan semakin besar bentuk kraniumnya, demikian sebaliknya.

2.5.2. “Discriminant Analysis” atau Analisis Diskriminan (AD)

Santoso (2003) menyatakan bahwa AD adalah teknik multivariat yang termasuk “dependence method”, yakni adanya variabel dependen dan independen. Dengan demikian, ada variabel yang tergantung dari data variabel independen. Ciri khusus adalah data variabel dependen yang harus berupa data kategori, sedangkan variabel independen justru berupa data non kategori. Karena bentuk multivariat dari AD adalah “dependence”, maka variabel dependen adalah variabel yang menjadi dasar analisis diskriminan. Variabel dependen bisa berupa kode grup 1 atau grup 2 atau lainnya. Secara teknis, AD mirip dengan Analisis Regresi, hanya pada Analisis Regresi (sederhana maupun berganda), variabel tak bebas justru harus data rasio, sedangkan jenis data untuk variabel bebas bisa rasio atau kategori (“Logistic Regression”).

Gaspersz (1991) menyatakan, pada dasarnya AD dapat dipergunakan untuk mengetahui variabel-variabel penciri yang membedakan kelompok populasi yang ada, juga dapat dipergunakan sebagai kriteria pengelompokan. Analisis diskriminan dilakukan berdasarkan perhitungan statistik terhadap kelompok yang terlebih dahulu diketahui secara jelas dan mantap pengelompokannya. Metode fungsi diskriminan

pada awalnya dikembangkan oleh Ronald A. Fisher pada tahun 1936, sehingga fungsi diskriminan yang dibangun itu sering disebut sebagai fungsi diskriminan linier Fisher. Dalam sebuah paper yang berjudul: "The Use of Multiple Measurements in Taxonomic Problems", Fisher menyatakan bahwa apabila dua atau lebih populasi telah diukur dalam beberapa karakter X_1, X_2, \dots, X_p , maka dapat dibangun fungsi linier tertentu dari pengukuran itu dimana fungsi itu merupakan fungsi pembeda (pemisah) terbaik bagi populasi-populasi yang dipelajari. Fungsi linier yang dibangun itu disebut sebagai fungsi diskriminan ("Discriminant Function").

Santoso (2003) menyatakan bahwa terdapat beberapa tujuan dalam AD, yaitu:

1. Untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang jelas antar grup/kelompok pada variabel dependen.
2. Jika ada perbedaan, variabel independen manakah pada fungsi diskriminan yang membuat perbedaan tersebut.
3. Membuat fungsi atau model diskriminan, yang pada dasarnya mirip dengan persamaan regresi.
4. Melakukan klasifikasi terhadap obyek, apakah suatu obyek (bisa nama orang, nama tumbuhan, nama ternak, benda atau lainnya) termasuk pada grup 1 atau grup 2 atau lainnya.

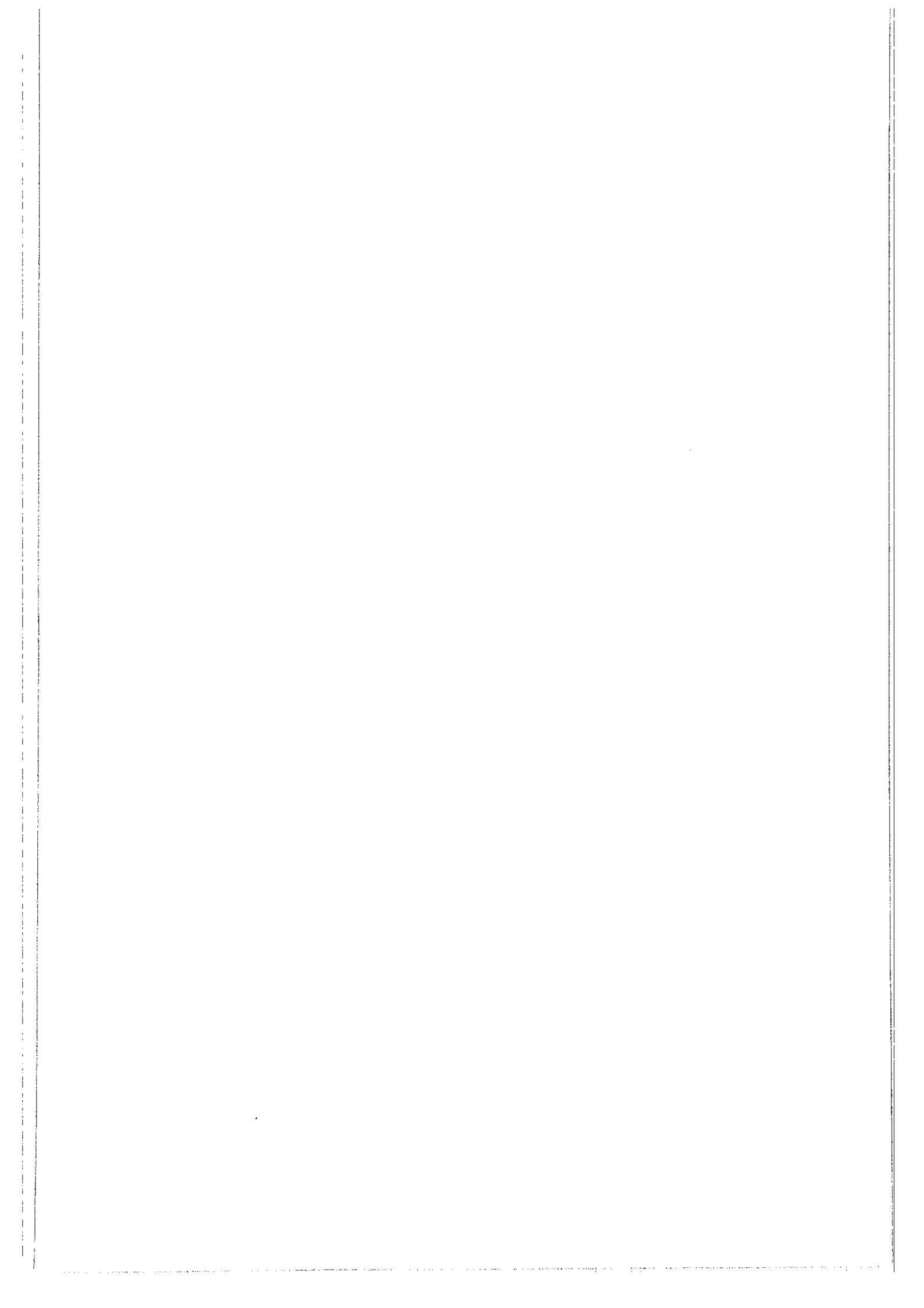
Menurut IPB dan Dirjen Dikti (2002), ada tiga prosedur utama pada SAS untuk analisis diskriminan, yaitu: PROC CANDISC, PROC DISCRIM, PROC STEPDISC.

1. PROC CANDISC untuk melakukan Analisis Diskriminan Kanonik. PROC CANDISC akan menduga fungsi diskriminan kanonik. Fungsi diskriminan kanonik yang terbentuk sebanyak peubah penjelas atau banyaknya kelompok dikurangi satu, tergantung mana yang terkecil. PROC CANDISC menghasilkan matriks "Pooled Within Canonical Structure" yang memuat nilai korelasi antara peubah penjelas dan fungsi diskriminan yang telah dikoreksi oleh informasi keanggotaan kelompok. Variabel yang mempunyai korelasi tinggi dengan fungsi diskriminan kanonik menunjukkan bahwa peubah ini disebut sebagai variabel pembeda utama/variabel penciri atau variabel diskriminator. Jadi PROC CANDISC berguna untuk menilai derajat atau tingkat kemampuan peubah untuk membedakan antar kelompok.
2. PROC DISCRIM untuk melakukan Analisis Diskriminan Linier Fisher, termasuk menduga keanggotaan di setiap kelompok. Banyaknya fungsi diskriminan linier sama banyaknya dengan kelompok. Fungsi diskriminan linier Fisher memberikan skor ke setiap obyek amatan tentang kedekatan mereka ke setiap "centroid" kelompok. Skor-skor itu selanjutnya dikonversi ke bentuk peluang obyek tersebut masuk ke setiap kelompok. Dengan menggunakan fungsi diskriminan linier berbasis peluang "prior" (peluang awal) yang seragam untuk memprediksi keanggotaan obyek di kelompok secara kasar, ekuivalen dengan menghitung skor diskriminan kanonik dan mengklasifikasikan obyek pengamatan yang baru ke kelompok yang memiliki "centroid" terdekat. Fungsi diskriminan linier menghasilkan peluang "posterior" dari setiap obyek amatan untuk menjadi

anggota di setiap kelompok. Berdasarkan fungsi itulah, ditentukan obyek tersebut masuk ke kelompok mana. Dugaan keanggotaan diambil pada kelompok yang memiliki peluang "posterior" paling besar. Semakin sedikit kesalahan dalam pengelompokan, maka itu berarti semakin baik fungsi diskriminan yang dihasilkan.

3. PROC STEPDISC untuk melakukan Analisis Diskriminan Bertatar.

PROC CANDISC maupun PROC DISCRIM menghasilkan matriks yang merupakan jarak antar kelompok atau "Generalized Squared Distance to Strain" yang dikenal sebagai jarak kuadrat Mahalanobis. Jarak kuadrat Mahalanobis ini yang dalam interpretasi digunakan untuk menduga jarak genetik antar bangsa sapi potong dalam penelitian ini.



BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian tentang Studi Kranimetri Sapi Jawa dan Beberapa Bangsa Sapi Potong di Indonesia telah dilakukan mulai bulan Juli 2003 sampai dengan Januari 2004 di Rumah Potong Hewan (RPH) Kecamatan Banjarharjo dan Bumiayu – Kabupaten Brebes untuk sapi Jawa, RPH Kota Denpasar-Bali untuk sapi Bali, RPH Kota Semarang untuk sapi PO, Pasar Tanjung Bumi-Bangkalan-Madura untuk sapi Madura dan Museum Zoologi Bogor-Bogor untuk Banteng.

3.1. Materi dan Peralatan yang Digunakan

Materi yang digunakan adalah 131 buah kranium yang terdiri dari:

- 34 buah kranium sapi Jawa (17 buah jantan dan 17 buah betina),
- 28 buah kranium sapi Bali (14 buah jantan dan 14 buah betina),
- 16 buah kranium sapi Madura (16 buah jantan),
- 41 buah kranium sapi PO (29 buah jantan dan 12 buah betina),
- 12 buah kranium Banteng (6 buah jantan dan 6 buah betina).

Santoso (2003) menyatakan bahwa secara pasti tidak ada jumlah sampel yang ideal pada analisis diskriminan. Pedoman yang bersifat umum menyatakan untuk setiap variabel independen sebaiknya ada 5 s/d 20 data (sampel), sementara itu menurut IPB dan Dirjen Dikti (2002), jumlah amatan adalah sebanyak 5 hingga 10 kali banyaknya variabel. Namun demikian peneliti Hayashi *et al.* (1981; 1982^a:

1989) dengan menggunakan jumlah sampel antara 6 sampai 18 buah kranium sapi dalam setiap bangsa sapi memperoleh hasil analisis yang efisien dan efektif.

Kranium yang diamati diusahakan berasal dari sapi yang telah mencapai umur dewasa tubuh. Penentuan umur sapi didasarkan pada status penanggalan dan pemunculan gigi seri dan diperkirakan sudah mencapai dewasa tubuh. Pemilihan sapi yang digunakan sebagai sampel berdasarkan kriteria ciri khas dari masing-masing bangsa sapi yang dapat diamati secara fenotipik seperti bentuk tubuh, bentuk kepala, warna kulit, keberadaan ponok dan ciri khas lainnya.

Peralatan yang digunakan adalah: 1) pisau potong besar untuk memotong atau menyembelih sapi. Pemotongan dilakukan oleh petugas (jagal) RPH setempat; 2) pisau kecil untuk membersihkan bagian-bagian yang menutupi kranium; 3) jangka sorong dengan panjang 30 cm, dengan kepekaan 0,01 cm, penggaris 60 cm, dan 4) "caliper" atau jangka lengkung untuk mengukur ukuran-ukuran kranium yang dijadikan sebagai variabel yang diamati.

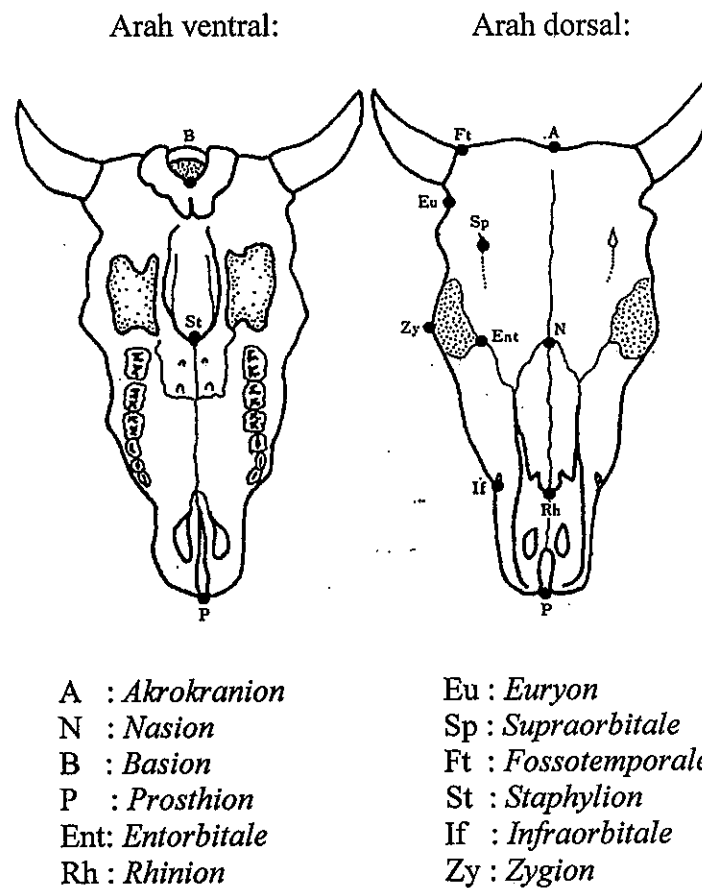
3.2. Metode

Kranium sapi yang dipakai sebagai materi penelitian diambil dari sapi yang dipotong di RPH, dengan prosedur sebagai berikut :

Kepala sapi dipisahkan setelah pemotongan di RPH. Kepala sapi kemudian diambil kulit, daging, dan lain-lain yang menempel pada kranium sampai bersih. Dilakukan pengukuran variabel yang diamati. Untuk kranium banteng, menggunakan preparat awetan yang ada di Muzeum Zoologi Bogor.

3.3. Variabel

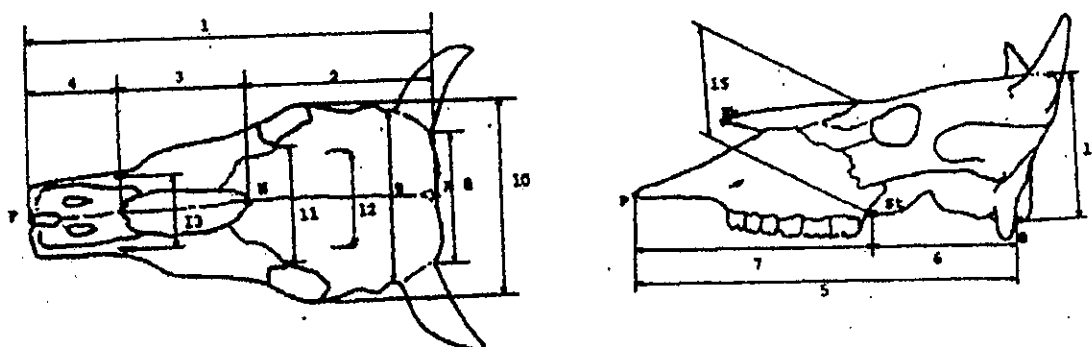
Variabel yang diamati dan diukur meliputi ukuran-ukuran pada kranium yang diukur berdasarkan jarak titik-titik tulang pada kranium yang telah ditetapkan oleh Hayashi *et al.* (1981) sebagaimana disajikan pada Ilustrasi 8.



Ilustrasi 8. Nama Titik Ukur dari Arah Dorsal dan Ventral Kranium Sapi (Hayashi *et al.*, 1981)

Ada 15 variabel berupa ukuran panjang/ jarak titik-titik kranium yang telah ditetapkan dengan menggunakan alat ukur jangka sorong. Variabel-variabel yang

dipelajari didasarkan pada Driesch (1976) yang dikutip oleh Hayashi *et al.* (1982^a) sebagaimana disajikan pada Ilustrasi 9. Penamaan variabel dapat dilihat pada Tabel 1.



Ilustrasi 9. Variabel yang Diamati dan Diukur pada Kranium Sapi Arah Dorsal dan Lateral (Hayashi *et al.*, 1982^a)

Tabel 1. Nama dan Pengukuran Variabel yang Diamati pada Kranium Sapi (Driesch, 1976 dalam Hayashi *et al.*, 1989)

No	Nama Variabel	Pengukuran Variabel
1	"Profile length"	Jarak <i>Akrokranion</i> (A) – <i>Prosthion</i> (P)
2	"Median frontal length"	Jarak <i>Akrokranion</i> (A) – <i>Nasion</i> (N)
3	"Length of the nasals"	Jarak <i>Nasion</i> (N) – <i>Rhinion</i> (Rh)
4	"Foramen gums length"	Jarak <i>Rhinion</i> (Rh) – <i>Prosthion</i> (P)
5	"Condilo basal length"	Jarak <i>Basion</i> (B) – <i>Prosthion</i> (P)
6	"Post palatal length"	Jarak <i>Basion</i> (B) – <i>Staphylion</i> (St)
7	"Median Palatal length"	Jarak <i>Staphylion</i> (St) – <i>Prosthion</i> (P)
8	"Least breadth between the bases of the horncores"	Jarak antar <i>Fossotemporale</i> (Ft)
9	"Least frontal breadth"	Jarak antar <i>Euryon</i> (Eu)
10	"Greatest breath of the skull"	Jarak antar <i>Zygion</i> (Zy)
11	"Least breadth between the orbits"	Jarak antar <i>Entorbitale</i> (Ent)
12	"Least breadth between the supraorbital foramina"	Jarak antar <i>Supraorbitale</i> (Sp)
13	"Breadth between the infraorbital foramina"	Jarak antar <i>Infraorbitale</i> (If)
14	"Height of the occipital region"	Jarak <i>Akrokranion</i> (A) – <i>Basion</i> (B)
15	"Height of the nasal region"	Jarak <i>Nasion</i> (N) – <i>Staphylion</i> (St)

3.4. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan program paket SAS versi 6 tahun 1990. Analisis yang digunakan adalah:

Analisis Univariat :

- a. "General Linear Models" (GLM) untuk mengetahui pengaruh bangsa sapi terhadap variabel yang diamati. Apabila diperoleh pengaruh yang nyata maka dilakukan uji lanjut dengan uji Duncan dengan taraf $\alpha = 0,05$.
- b. Uji t untuk mengetahui pengaruh perbedaan jenis kelamin terhadap variabel yang diamati dengan taraf $\alpha = 0,05$.

Analisis Multivariat :

- a. "Principal Component Analysis (PCA)" selanjutnya disebut Analisis Komponen Utama (AKU) digunakan untuk mengidentifikasi bangsa sapi berdasarkan variabel kuantitatif ukuran-ukuran kranium sapi. Hubungan antar bangsa sapi dipelajari berdasarkan variabel kuantitatif dengan jalan menginterpretasikan bagan yang dibentuk KU-I dan KU-II. Sebagaimana dinyatakan oleh Hayashi *et al.* (1982³) bahwa KU-I diinterpretasikan sebagai faktor ukuran panjang kranium ("as a size factor") dan KU-II sebagai faktor bentuk kranium ("as a shape factor") dari kranium.

Konsep Dasar Analisis Komponen Utama menurut Gaspersz (1991) adalah sbb.:

Bila terdapat p buah variabel X , yaitu X_1, X_2, \dots, X_p maka diasumsikan bahwa:

$$\underline{X} \sim N_p(\underline{U}, \underline{\Sigma}), \underline{X}' = (X_1, X_2, \dots, X_p)$$

$$(E(X) = \underline{U}, \text{Cov}(X) = \underline{\Sigma})$$

Dalam bentuk pernyataan dikatakan bahwa vektor X berdistribusi multi-normal dengan nilai rata-rata vektor \underline{U} dan matriks peragam Σ . Jika A sebagai matriks konstan berukuran $p \times p$, maka komponen utama didefinisikan sebagai kombinasi linear terbobot dari variabel asal (p buah variabel asal) yang dinyatakan dalam bentuk persamaan matriks, sebagai berikut :

$$\underline{Y} = A \underline{X}$$

Selanjutnya didefinisikan komponen utama pertama sebagai kombinasi linear terbobot variabel asal yang dinyatakan sebagai berikut :

$$Y_1 = a_{11} X_1 + a_{21} X_2 + \dots + a_{p1} X_p = a'_1 x$$

$$s^2_{Y_1} = a'_1 S a_1$$

Untuk memperoleh vektor koefisien pembobot komponen utama pertama, Y_1 , yang memaksimumkan ragam komponen utama pertama $s^2_{Y_1}$, dengan kendala $a'_1 a_1 = 1$, maka perlu dicari hasil diferensiasi dari fungsi Lagrange terhadap vektor a_1 yaitu : $(S - \lambda_1 I) a_1 = 0$, agar persamaan tersebut menghasilkan solusi yang tidak sama dengan nol untuk nilai a_1 , maka matriks $(S - \lambda_1 I)$ haruslah merupakan matriks singular, yaitu matriks yang tidak mempunyai invers. Hal ini berarti haruslah determinan dari matriks itu sama dengan nol atau $|S - \lambda_1 I| = 0$, dimana S adalah matriks peragam dugaan sebagai penduga bagi matriks peragam populasi Σ , λ_1 adalah akar ciri dari matriks S , a_1 adalah vektor ciri padanan akar ciri λ_1 . Penentuan akar ciri mana dari p buah akar ciri yang ada untuk dipergunakan dalam komponen utama pertama, dilakukan dengan jalan mengandaawalkan ("premultiply") sebagai berikut :

$(S - \lambda_1 I) a_1 = 0$ diubah menjadi $S a_1 - \lambda_1 I a_1 = 0$ atau $S a_1 = \lambda_1 I a_1$, jika kedua sisi digandaawalkan dengan a_1' akan menjadi : $a_1' S a_1 = a_1' \lambda_1 I a_1$, karena telah diberikan batasan bahwa $a_1' a_1 = 1$, maka diperoleh $a_1' S a_1 = \lambda_1$ atau $\lambda_1 = a_1' S a_1$. Dengan demikian diperoleh rumus akar ciri : $\lambda_1 = a_1' S a_1 = s^2_{Y1}$. Demikian seterusnya untuk komponen utama kedua, komponen utama ketiga dst.

- b. "Canonical Discriminant (Candisc) Analysis" selanjutnya disebut Analisis Diskriminan Kanonik digunakan untuk menentukan beberapa variabel yang bagus untuk digunakan sebagai variabel pembeda/ variabel penciri atau variabel diskriminator dalam pengelompokan bangsa sapi tersebut berdasarkan nilai struktur kanonik atau korelasi kanonik. Analisis ini juga dipergunakan untuk memperkirakan jarak genetik antar bangsa sapi potong melalui statistik jarak Mahalanobis, dan menggambarkan hubungan diantara bangsa sapi pada dua dimensi berdasarkan rasio kumulatif kontribusi dari variat kanonik.

Untuk mendapatkan jarak kuadrat genetik minimum digunakan rumus sbb.:

$$D^2(i|j) = (\bar{X}_i - \bar{X}_j)' \text{COV}^{-1} (\bar{X}_i - \bar{X}_j)$$

Dalam hal ini :

$D^2(i|j)$ = nilai statistik Mahalanobis sebagai ukuran jarak kuadrat genetik antar dua bangsa.

COV^{-1} = kebalikan matriks gabungan ragam peragam antar variabel.

X_i = vektor nilai rataan pengamatan dari bangsa i pada masing-masing variabel.

X_j = vektor nilai rataan pengamatan dari bangsa j pada masing-masing variabel.

- c. "Discriminant Component (Discrim) Analysis" atau Analisis Komponen Diskriminan digunakan untuk menentukan suatu individu masuk dalam kelompok bangsa tertentu dan menghitung peluang tingkat kesalahan dan tingkat ketepatan dalam mengelompokkan bangsa berdasarkan beberapa variabel kuantitatif.

Analisis diskriminan termasuk dalam "Multivariate Dependence Method" (Santoso, 2003) dengan model : $Y_1 = X_1 + X_2 + \dots + X_n$. Variabel independen (X_1 dan seterusnya) adalah data metrik, yakni data berjenis interval atau rasio, sedangkan variabel dependen (Y_1) adalah data kategori atau nominal.

Asumsi yang harus dipenuhi dalam analisis diskriminan adalah :

- Data berdistribusi normal (multivariat normal).
- Tidak ada korelasi antar variabel independen (multikolinieritas).
- Tidak ada data yang sangat ekstrim ("out lier").
- Matriks ragam peragam dari variabel independen harus sama.

Proses dasar dari analisis diskriminan adalah :

- Memisahkan variabel-variabel menjadi variabel dependen dan independen.
- Menentukan metode untuk membuat fungsi diskriminan.
- Menguji signifikansi dari fungsi diskriminan yang terbentuk.
- Menguji ketepatan klasifikasi dari fungsi diskriminan.
- Melakukan interpretasi terhadap fungsi diskriminan.
- Melakukan uji validasi fungsi diskriminan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Bangsa terhadap Variabel Ukuran Kranium

Untuk mengetahui pengaruh bangsa terhadap variabel ukuran kranium dapat disajikan pada Tabel 2, 3 dan 4.

Tabel 2. Pengaruh Bangsa terhadap Variabel Ukuran Kranium Sapi Jantan-Betina

Variabel yang Diamati*	Bangsa				
	Banteng	Sapi PO	Sapi Jawa	Sapi Bali	Sapi Madura
	----- cm -----				
1	47,832 ^a	46,207 ^a	42,962 ^b	40,244 ^c	42,591 ^b
2	21,331 ^a	21,374 ^a	18,943 ^b	18,271 ^b	18,028 ^b
3	17,278 ^a	17,174 ^{ab}	16,099 ^{bc}	14,044 ^d	15,044 ^c
4	10,743 ^a	9,480 ^{bc}	9,124 ^c	9,315 ^{bc}	9,766 ^b
5	46,088 ^a	39,136 ^b	38,579 ^b	37,734 ^b	38,419 ^b
6	17,810 ^a	15,078 ^b	14,858 ^{bc}	12,994 ^d	14,201 ^c
7	28,518 ^a	24,321 ^b	23,737 ^b	24,334 ^b	24,269 ^b
8	13,658 ^a	11,484 ^b	10,994 ^b	10,466 ^b	8,963 ^c
9	16,828 ^a	16,497 ^a	14,587 ^b	15,445 ^b	14,644 ^b
10	19,812 ^a	18,844 ^a	17,551 ^b	17,760 ^b	16,978 ^b
11	13,537 ^b	14,433 ^a	13,584 ^b	12,545 ^c	13,143 ^{bc}
12	9,652 ^b	10,303 ^a	9,259 ^b	7,999 ^c	8,503 ^c
13	8,093 ^a	7,271 ^b	7,190 ^b	6,924 ^b	7,138 ^b
14	17,669 ^a	11,850 ^{cd}	11,280 ^d	13,608 ^b	12,474 ^c
15	14,453 ^a	13,300 ^b	11,769 ^c	12,875 ^b	11,904 ^c

Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ($P < 0.05$)

* Variabel 1 – 15 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 3. Pengaruh Bangsa terhadap Variabel Ukuran Kranium Sapi Jantan

Variabel yang Diamati*	Bangsa				
	Banteng	Sapi PO	Sapi Jawa	Sapi Bali	Sapi Madura
	----- (cm) -----				
1	51,507 ^a	47,206 ^b	42,660 ^c	41,365 ^c	42,591 ^c
2	23,123 ^a	21,987 ^a	19,512 ^b	18,424 ^{bc}	18,028 ^c
3	18,712 ^a	17,552 ^a	15,254 ^{bc}	14,384 ^c	15,932 ^b
4	11,173 ^a	9,634 ^b	9,062 ^c	9,546 ^{bc}	9,766 ^b
5	48,210 ^a	39,502 ^b	37,929 ^b	38,622 ^b	38,419 ^b
6	18,612 ^a	15,323 ^b	14,839 ^{bc}	13,584 ^d	14,201 ^{cd}
7	29,737 ^a	24,653 ^b	23,047 ^c	24,706 ^b	24,269 ^b
8	15,652 ^a	11,964 ^b	11,812 ^b	11,174 ^b	8,963 ^c
9	18,613 ^a	17,038 ^b	14,888 ^c	16,836 ^b	14,644 ^c
10	22,105 ^a	19,323 ^b	17,767 ^{cd}	18,592 ^{bc}	16,978 ^d
11	15,815 ^a	14,795 ^b	13,412 ^c	13,161 ^c	13,143 ^c
12	10,482 ^a	10,468 ^a	9,309 ^b	8,549 ^b	8,503 ^b
13	9,017 ^a	7,479 ^b	7,080 ^b	7,263 ^b	7,138 ^b
14	19,282 ^a	11,985 ^{cd}	11,521 ^d	14,776 ^b	12,474 ^c
15	15,398 ^a	13,430 ^b	11,409 ^c	13,060 ^b	11,904 ^c

Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ($P < 0,05$)

* Variabel 1 – 15 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 4. Pengaruh Bangsa terhadap Variabel Ukuran Kranium Sapi Betina

Variabel yang Diamati*	Bangsa			
	Banteng	Sapi PO	Sapi Jawa	Sapi Bali
	(cm)			
1	44,157 ^a	43,793 ^a	43,265 ^a	39,122 ^b
2	19,538 ^{ab}	19,891 ^a	18,374 ^{ab}	18,119 ^b
3	15,843 ^a	16,262 ^a	16,944 ^a	13,704 ^b
4	10,312 ^a	9,108 ^b	9,187 ^b	9,084 ^b
5	43,965 ^a	38,251 ^{bc}	39,229 ^b	36,845 ^c
6	17,008 ^a	14,486 ^b	14,877 ^b	12,404 ^c
7	27,300 ^a	23,518 ^b	24,427 ^b	23,961 ^b
8	11,663 ^a	10,326 ^b	10,176 ^b	9,758 ^b
9	15,042 ^a	15,190 ^a	14,287 ^{ab}	14,053 ^b
10	17,518 ^a	17,687 ^a	17,335 ^a	16,927 ^a
11	11,258 ^b	13,558 ^a	13,757 ^a	11,929 ^b
12	8,822 ^b	9,906 ^a	9,209 ^{ab}	7,449 ^c
13	7,170 ^a	6,768 ^{ab}	7,300 ^a	6,586 ^b
14	16,057 ^a	11,523 ^c	11,039 ^c	12,439 ^b
15	13,507 ^a	12,986 ^{ab}	12,129 ^b	12,689 ^{ab}

Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ($P < 0,05$)

* Variabel 1 – 15 dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada Tabel 2, 3 dan 4 terlihat bahwa bangsa sapi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap seluruh variabel ukuran kranium pada gabungan dari sapi jantan dan betina, sapi jantan, dan sapi betina, kecuali pada sapi betina variabel ke-10 yaitu "Greatest breadth of the skull". Ini menunjukkan bahwa hampir seluruh variabel ukuran

kranium dipengaruhi oleh perbedaan bangsa sapi. Kranium merupakan bagian tubuh yang sifatnya diturunkan secara genetik dari bangsa sapi tertentu, sehingga setiap bangsa sapi mempunyai ukuran-ukuran kranium yang berbeda dibanding dengan bangsa sapi lainnya.

Sebagian besar Banteng mempunyai variabel ukuran kranium yang paling besar dibanding sapi PO, sapi Jawa, sapi Madura dan sapi Bali. Variabel ukuran kranium yang besar dari Banteng ini disebabkan karena Banteng tersebut diperoleh dari Banteng liar yang belum mengalami domestikasi oleh manusia. Slijper (1954) dan Pane (1993) menyatakan bahwa salah satu akibat dari proses domestikasi adalah mengecilnya ukuran tubuh ternak.

Variabel ukuran kranium sapi PO lebih besar dibanding variabel ukuran kranium sapi Jawa, sapi Madura dan sapi Bali. Hal ini disebabkan karena sapi PO merupakan hasil persilangan sapi lokal dengan sapi Ongole, dimana sapi Ongole mempunyai postur tubuh yang lebih besar dibandingkan dengan sapi lokal. Sutopo *et al.* (2001) menyatakan bahwa sapi Ongole diimpor ke Indonesia untuk memperbaiki atau meningkatkan ukuran-ukuran badan dan jumlah daging pada sapi-sapi lokal. Persilangan dari dua bangsa atau lebih akan menghasilkan keturunan yang mempunyai keragaman genetik yang berbeda dengan tetuanya. Hal ini mempunyai implikasi terjadinya perbedaan terhadap ukuran-ukuran kranium sapi.

4.2. Pengaruh Jenis Kelamin terhadap Variabel Ukuran Kranium

Rataan, standar deviasi dan pengaruh jenis kelamin terhadap variabel kranium yang diamati dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rataan Variabel (cm), Simpangan Baku (cm) dan Pengaruh Perbedaan Jenis Jenis Kelamin terhadap Variabel Ukuran Kranium

Variabel YangDi- amati	Banteng			S.Jawa			S. Bali			S. PO		
	Betina	Jantan	Betina	Jantan	Betina	Jantan	Betina	Jantan	Betina	Jantan	Betina	Jantan
1	44,16 ^a ± 1,29	51,51 ^b ± 1,95	43,26 ^a ± 3,28	42,66 ^a ± 1,84	39,12 ^a ± 2,82	41,37 ^b ± 1,75	43,79 ^a ± 2,67	47,21 ^b ± 2,18				
2	19,54 ^a ± 0,98	23,12 ^b ± 1,82	18,37 ^a ± 1,86	19,51 ^a ± 1,66	18,12 ^a ± 1,95	18,42 ^a ± 1,30	19,89 ^a ± 1,38	21,99 ^b ± 1,44				
3	15,84 ^a ± 1,31	18,71 ^b ± 0,37	16,94 ^a ± 1,88	15,25 ^b ± 1,36	13,70 ^a ± 1,57	14,38 ^a ± 1,54	16,26 ^a ± 2,25	17,55 ^a ± 1,65				
4	10,31 ^a ± 0,71	11,17 ^b ± 0,34	9,19 ^a ± 0,90	9,06 ^a ± 0,57	9,08 ^a ± 0,80	9,55 ^a ± 0,49	9,11 ^a ± 0,60	9,63 ^b ± 0,68				
5	43,97 ^a ± 2,09	48,21 ^b ± 1,99	39,23 ^a ± 2,33	37,93 ^a ± 1,71	36,85 ^a ± 1,92	38,62 ^b ± 2,14	38,25 ^a ± 1,92	39,50 ^a ± 2,37				
6	17,00 ^a ± 1,05	18,61 ^a ± 1,64	14,88 ^a ± 1,09	14,84 ^a ± 1,01	12,40 ^a ± 0,64	13,58 ^b ± 1,42	14,49 ^a ± 0,96	15,32 ^b ± 1,17				
7	27,30 ^a ± 1,02	29,74 ^b ± 0,94	24,43 ^a ± 1,86	23,05 ^b ± 1,10	23,96 ^a ± 1,67	24,71 ^a ± 1,21	23,52 ^a ± 1,59	24,65 ^b ± 1,53				
8	11,66 ^a ± 0,80	15,65 ^b ± 1,82	10,18 ^a ± 1,58	11,81 ^b ± 1,62	9,76 ^a ± 1,24	11,17 ^b ± 0,53	10,33 ^a ± 1,90	11,96 ^b ± 1,75				
9	15,04 ^a ± 0,59	18,61 ^b ± 1,28	14,29 ^a ± 1,51	14,89 ^a ± 1,12	14,05 ^a ± 0,66	16,84 ^b ± 0,53	15,19 ^a ± 0,79	17,04 ^b ± 1,18				
10	17,52 ^a ± 0,96	22,11 ^b ± 1,15	17,34 ^a ± 2,11	17,77 ^a ± 1,17	16,93 ^a ± 1,10	18,59 ^b ± 1,21	17,69 ^a ± 1,24	19,32 ^b ± 1,20				
11	11,26 ^a ± 0,53	15,82 ^b ± 1,06	13,76 ^a ± 0,95	13,41 ^a ± 1,01	11,93 ^a ± 0,95	13,16 ^b ± 1,20	13,56 ^a ± 0,86	14,79 ^b ± 1,03				
12	8,82 ^a ± 0,43	10,48 ^b ± 1,48	9,21 ^a ± 1,14	9,31 ^a ± 0,68	7,45 ^a ± 0,80	8,55 ^b ± 1,40	9,91 ^a ± 0,71	10,47 ^a ± 1,06				
13	7,17 ^a ± 0,55	9,02 ^b ± 0,66	7,30 ^a ± 0,58	7,08 ^a ± 0,57	6,59 ^a ± 0,67	7,26 ^b ± 0,42	6,77 ^a ± 0,55	7,48 ^b ± 0,49				
14	16,06 ^a ± 0,69	19,28 ^b ± 1,48	11,04 ^a ± 0,62	11,52 ^b ± 0,74	12,44 ^a ± 0,68	14,78 ^b ± 1,03	11,52 ^a ± 0,69	11,98 ^a ± 0,85				
15	13,51 ^a ± 0,40	15,40 ^b ± 1,05	12,13 ^a ± 1,23	11,41 ^b ± 0,75	12,69 ^a ± 1,36	13,06 ^a ± 0,87	12,99 ^a ± 1,68	13,43 ^a ± 1,14				

Superkrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05)

Jumlah sampel pada Banteng: 6 betina, 6 jantan; sapi Jawa: 17 betina, 17 jantan; sapi Bali: 14 betina, 14 jantan, sapi PO: 12 betina, 29 jantan

Pada Tabel 5 di atas dapat dilihat bahwa sebagian besar banteng, sapi Bali dan sapi PO jantan mempunyai rata-rata ukuran variabel kranium yang lebih besar dibanding betina. Pada banteng jenis kelamin berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap seluruh variabel kecuali variabel ke 6. Ini menunjukkan bahwa banteng jantan mempunyai ukuran kranium yang lebih panjang, lebih lebar dan lebih dalam dibanding banteng betina. Perbedaan ini disebabkan adanya pengaruh hormonal yang berkaitan dengan jenis kelamin. Berg and Butterfield (1976) menyatakan bahwa jenis kelamin mempengaruhi pertumbuhan jaringan tubuh termasuk di dalamnya tulang. Pada umumnya jantan mempunyai postur tubuh yang lebih besar dibanding betina termasuk dalam hal ini adalah kranium. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa pada sapi Bali dan PO jantan mempunyai ukuran kranium (panjang, lebar dan kedalaman) yang lebih besar dari pada yang betina.

Pada sapi Jawa ukuran variabel hampir tidak dipengaruhi oleh jenis kelamin, kecuali variabel ke 3, 7, 8, 14 dan 15. Hal ini menunjukkan bahwa sapi Jawa betina mempunyai ukuran moncong/ mulut yang lebih panjang dibanding sapi Jawa jantan. Jarak tanduk pada jantan lebih lebar dibanding betina.

4.3. "Principal Component Analysis" (Analisis Komponen Utama/AKU)

Analisis Komponen Utama digunakan sebagai upaya matematis untuk menyederhanakan banyaknya variabel menjadi variabel baru, namun variabel baru tersebut masih tetap dapat menerangkan sebagian besar informasi data asalnya. Hasil Analisis Komponen Utama ada dua, yaitu berupa: (1) "Eigenvalue" (Akar Ciri) dan

(2) "Eigenvector" (Vektor Ciri). Nilai dan kontribusi Akar ciri untuk gabungan jenis kelamin, jantan, dan betina disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Akar Ciri, Proporsi dan Kumulatif dari Komponen Utama (KU)

Kelamin	Komponen Utama (KU)	Akar Ciri	Kontribusi	Kumulatif (%)
Gabungan	I	42,6200	0,6500	65,00
	II	7,2847	0,1121	76,21
Jantan	I	44,9599	0,6647	66,47
	II	7,5179	0,1111	77,58
Betina	I	31,0386	0,6089	60,89
	II	7,1858	0,1409	74,98

Akar ciri diinterpretasikan sebagai ragam dari kombinasi-kombinasi linear. Pada hasil penelitian ini, KU-I dan KU-II cukup memberikan gambaran ragam dari himpunan variabel-variabel asal. Sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 6 bahwa kontribusi Komponen Utama Pertama (KU-I) sebesar 65,00%; 66,47% dan 60,89% masing-masing untuk gabungan jenis kelamin, jantan dan betina. Kontribusi tersebut dapat diartikan sebagai ragam terbesar dari kombinasi linear variabel-variabel asal yang diamati. Sementara itu Komponen Utama Kedua (KU-II) memberikan kontribusi 11,21%; 11,11%, dan 14,09% masing-masing untuk gabungan jenis kelamin, jantan, dan betina. Kumulatif dari KU-I dan KU-II secara bersama-sama mampu menjelaskan keragaman sebesar 76,21%, 77,58%, dan 74,98%, masing-masing untuk gabungan jenis kelamin, jantan, dan betina. Dalam analisis ini hanya menggunakan

KU-I dan KU-II. Hal ini mengingat bahwa : (1) Kumulatif KU-I dan KU-II sudah cukup besar (lebih dari 70%) dalam menerangkan keragaman data asal, (2) Penggambaran dengan dua dimensi dalam ilustrasi lebih sederhana dan mudah dimengerti dibanding tiga dimensi atau lebih. Hasil penelitian Hayashi *et al.* (1982^a) yang menggunakan beberapa variabel bangsa sapi asli di Asian menunjukkan kontribusi KU-I sebesar 65,3% dan KU-II 9,3%. Peneliti lain, Goto *et al.* (1987) yang menggunakan 12 variabel mandibula pada lima bangsa/strain kelinci menunjukkan hasil KU-I sebesar 75,4% dan KU-II sebesar 15,4%.

Vektor ciri merupakan koefisien/ pembobot yang digunakan untuk menyusun skor KU. Vektor ciri dari masing-masing KU dapat disajikan pada Tabel 7. Pada Tabel 7 tampak bahwa KU-I pada gabungan jenis kelamin, jantan, dan betina mempunyai koefisien dengan nilai positif. Hal ini menunjukkan bahwa dengan membesarnya nilai setiap variabel akan selalu menghasilkan skor KU-I yang semakin membesar. Koefisien terbesar ditunjukkan oleh variabel-1 (panjang kranium depan) sebesar 0,565; 0,541; dan 0,589 serta variabel-5 (panjang kranium belakang) sebesar 0,440, 0,458, dan 0,480 masing-masing untuk sapi gabungan jenis kelamin, jantan, dan betina. Menurut Hayashi *et al.* (1981; 1982^a; dan 1989) serta Nishida *et al.* (1983) bahwa dalam analisis morfometrikal, KU-I ini dapat diterima sebagai faktor ukuran panjang ("as a size factor"). Ini artinya bahwa kranium sapi yang mempunyai skor KU-I semakin besar maka ukuran kranium sapi tersebut akan semakin panjang.

Tabel 7. Vektor Ciri dari Masing-masing Komponen Utama (KU)

Variabel yang Dia- mati *	Gabungan		Jantan		Betina	
	KU-I	KU-II	KU-I	KU-II	KU-I	KU-II
1	0,565	-0,332	0,541	-0,367	0,589	-0,297
2	0,276	-0,284	0,286	-0,358	0,207	-0,064
3	0,235	-0,246	0,219	-0,246	0,294	-0,374
4	0,077	0,117	0,070	0,103	0,088	0,139
5	0,440	0,450	0,458	0,382	0,480	0,381
6	0,214	0,050	0,204	0,005	0,250	0,086
7	0,253	0,319	0,260	0,266	0,292	0,309
8	0,218	0,002	0,214	0,009	0,190	0,061
9	0,200	-0,070	0,192	0,001	0,144	-0,055
10	0,226	-0,034	0,233	0,030	0,163	-0,074
11	0,168	-0,218	0,172	-0,110	0,117	-0,373
12	0,114	-0,239	0,106	-0,224	0,107	-0,228
13	0,088	0,026	0,086	0,050	0,082	-0,009
14	0,173	0,557	0,192	0,615	0,113	0,541
15	0,148	0,080	0,177	0,073	0,103	0,068

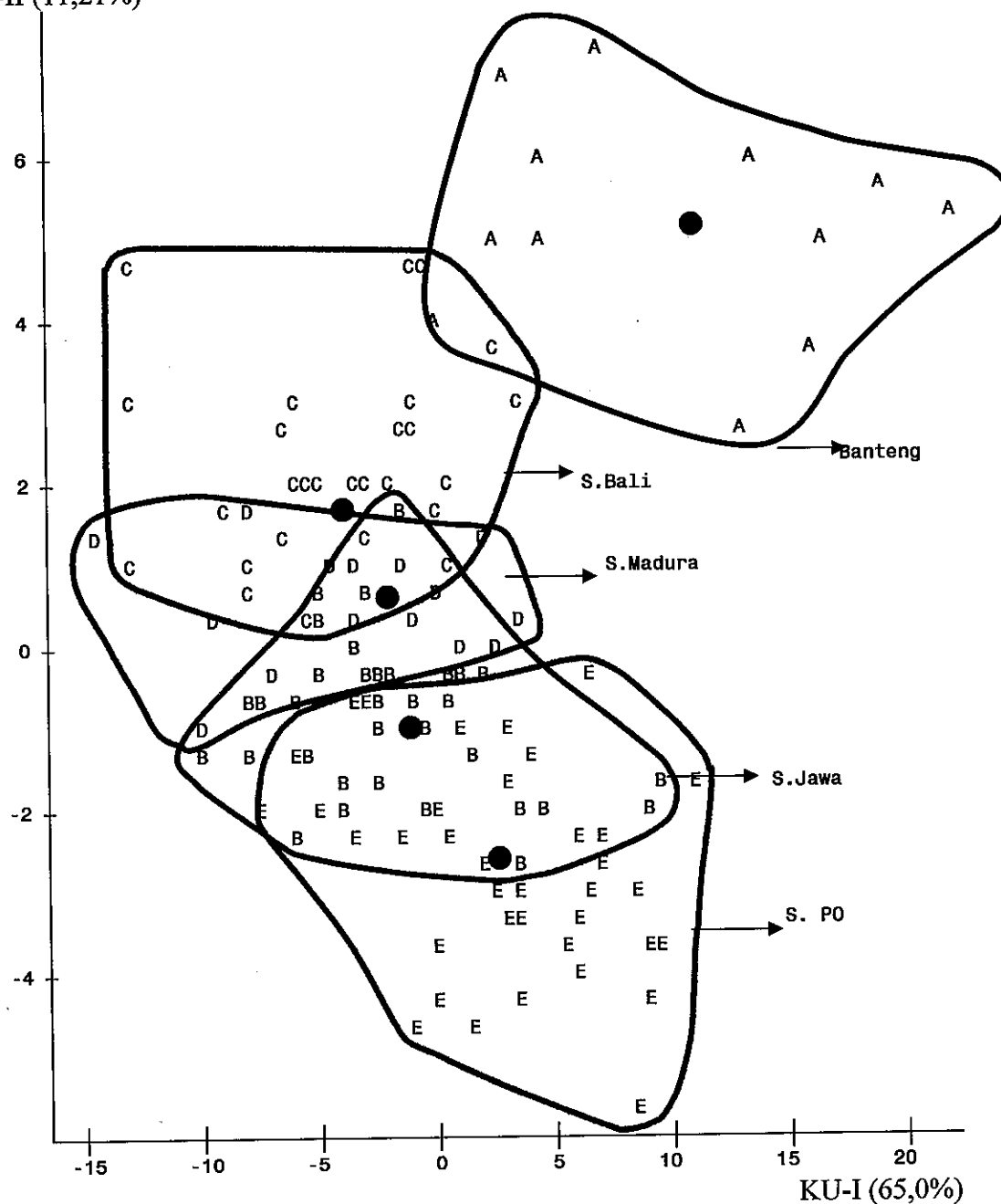
* Variabel 1 – 15 dapat dilihat pada Tabel 1

Individu sapi yang terletak pada posisi absis semakin ke kanan akan mempunyai ukuran panjang kranium yang semakin memanjang. KU-I gabungan jenis kelamin mempunyai kontribusi sebesar 65,00%, artinya tingkat kemampuan menerangkan keragaman pada sumbu absis adalah sebesar 65,00%.

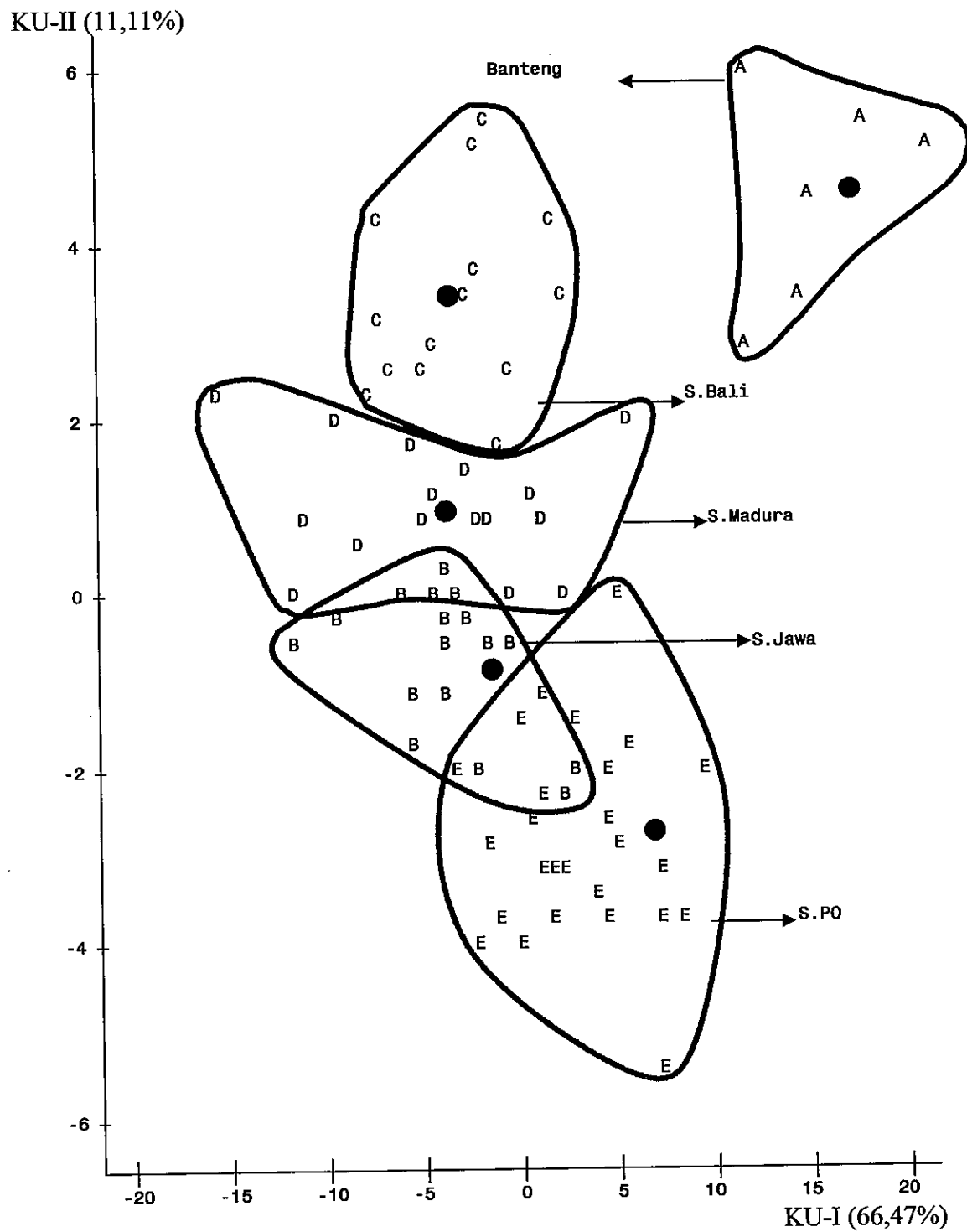
Pada KU-II terlihat nilai koefisien yang negatif dan positif. Secara keseluruhan pada KU-II gabungan jantan dan betina ini merupakan kontras antara variabel panjang kranium depan (variabel 1 - 3) dan variabel tinggi (variabel 14 - 15). Menurut Hayashi *et al.* (1981; 1982^a dan 1989) serta Nishida *et al.* (1983) bahwa dalam analisis morfometrikal kranium KU-II ini dapat diterima sebagai faktor bentuk

("as a shape factor"). KU-II ini mempunyai kontribusi sebesar 11,21% dari total keragaman. Ilustrasi 10, 11 dan 12 memberikan gambaran hubungan KU-I dan KU-II masing-masing untuk sapi jenis kelamin gabungan, sapi jantan dan sapi betina.

KU-II (11,21%)

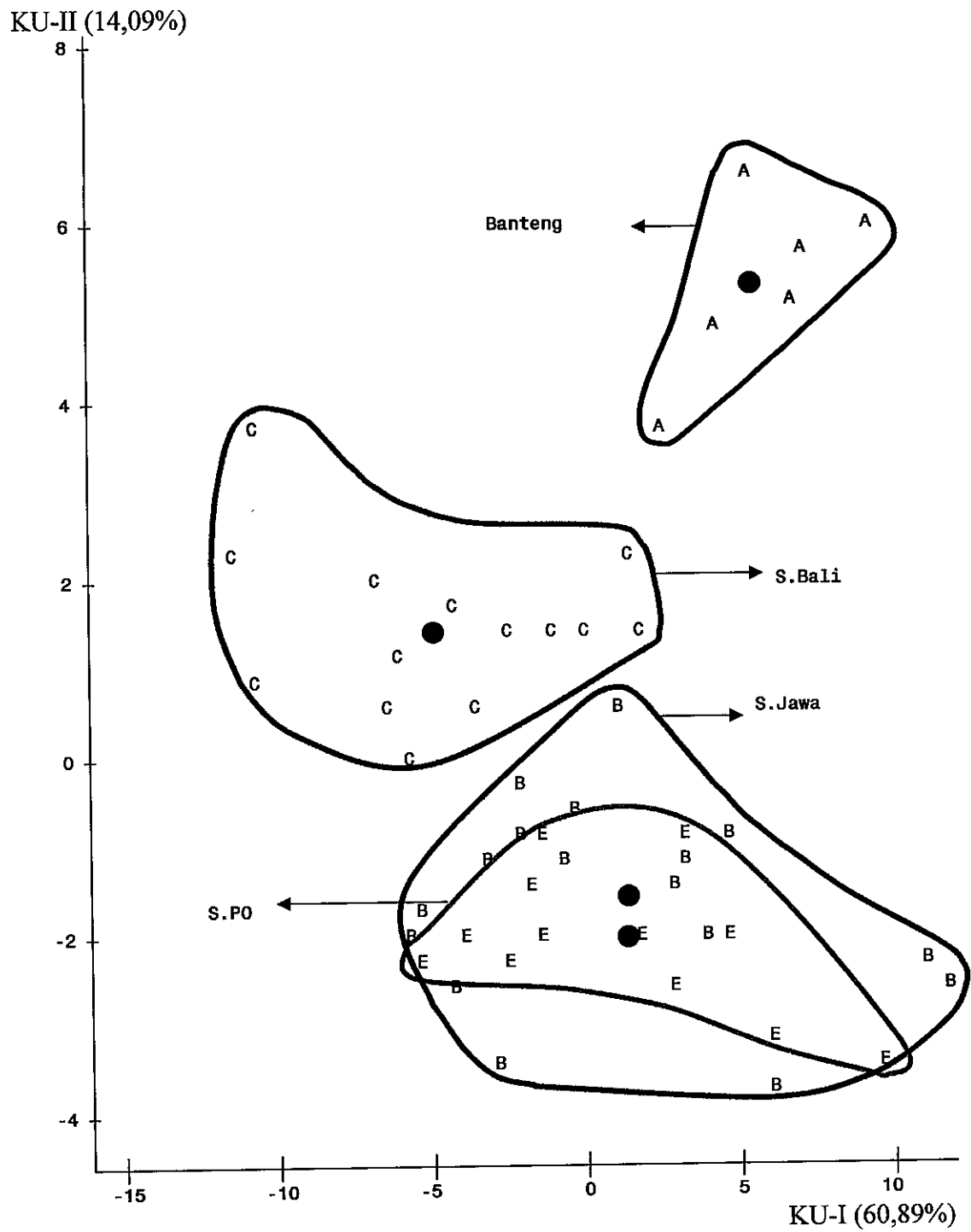


Ilustrasi 10. Ploting KU-I dan KU-II pada Bangsa-bangsa Sapi Potong



Catatan: 3 amatan tersembunyi

Ilustrasi 11. Ploting KU-I dan KU-II pada Bangsa-bangsa Sapi Potong Jantan



Ilustrasi 12. Ploting KU-I dan KU-II pada Bangsa-bangsa Sapi Potong Betina

Interpretasi pada tabel di atas adalah bahwa posisi kranium yang terletak pada absis semakin ke kanan maka ukuran panjang kranium sapi tersebut akan semakin panjang dan apabila kranium pada posisi ordinat semakin ke atas maka bentuk kranium sapi tersebut akan semakin besar bentuknya. Sebaliknya individu sapi yang terletak pada posisi absis semakin ke kiri maka ukuran panjang kraniumnya akan semakin pendek dan pada posisi semakin ke bawah maka bentuk kraniumnya akan semakin kecil bentuknya.

Dari lima bangsa sapi yang diteliti menunjukkan bahwa kelompok banteng memisah secara jelas dari kelompok bangsa sapi Bali, sapi Madura, sapi Jawa dan sapi PO. Posisi kelompok banteng terletak pada posisi paling ke kanan dan paling ke atas. Implementasi dari interpretasi Ilustrasi 10 tersebut menunjukkan bahwa banteng mempunyai ukuran kranium yang paling panjang dan bentuk yang paling besar dibanding empat bangsa sapi potong lainnya.

Pada Ilustrasi 10 dapat dilihat bahwa kelompok sapi Jawa terletak antara sapi Madura dan sapi PO dan ketiganya menunjukkan adanya saling tumpang tindih dari ketiga bangsa sapi tersebut. Ini menunjukkan bahwa sebagian ciri variabel ukuran kranium sapi Jawa mempunyai beberapa kesamaan dengan sapi Madura dan sebagian mempunyai beberapa kesamaan dengan sapi PO. Sapi PO memiliki ukuran kranium yang panjang namun bentuknya kecil dibanding bangsa sapi Jawa, sapi Madura dan sapi Bali. Sapi Jawa mempunyai ukuran kranium sedikit lebih panjang dibanding sapi Madura dan sapi Bali, namun dari sisi bentuk kranium adalah

sebaliknya yaitu sapi Jawa mempunyai bentuk yang lebih kecil dibanding sapi Madura dan sapi Bali.

Kedudukan dalam plotting KU-I dan KU-II pada kelompok sapi Bali dan sapi Madura dalam penelitian ini serupa dengan hasil penelitian Nishida *et al.* (1983) yang melaporkan bahwa kelompok sapi Bali memisah dengan kelompok sapi Madura. Posisi kelompok sapi Bali di atas kelompok sapi Madura yang berarti bahwa bentuk kranium sapi Bali lebih besar dibanding dengan sapi Madura, sedangkan dalam ukuran panjang keduanya mempunyai ukuran relatif sama.

Pada Ilustrasi 11 terlihat bahwa kelompok sapi jantan cenderung memisah secara jelas, khususnya banteng, sapi Bali dengan sapi Jawa dan sapi PO. Sementara itu pada Ilustrasi 12 terlihat bahwa kelompok sapi betina hanya terjadi pemisahan pada banteng, sapi Bali dan sapi Jawa & PO. Ini menunjukkan bahwa kranium sapi jenis kelamin jantan mempunyai ukuran panjang dan bentuk yang berbeda antara bangsa yang satu dengan lainnya. Sementara itu pada jenis kelamin betina, kraniumnya mempunyai ukuran yang berbeda kecuali pada sapi Jawa dengan PO yang mempunyai ukuran yang serupa.

4.4. "Canonical Discriminat Analysis" (Analisis Diskriminan Kanonik)

PROC CANDISC akan menduga fungsi diskriminan kanonik. Banyaknya fungsi diskriminan yang terbentuk adalah yang terkecil antara derajat bebas kelompok bangsa dan derajat bebas peubah penjelas. Fungsi ini berbentuk kombinasi linear dari variabel penjelas, dimana koefisien yang terpilih telah memaksimumkan jarak antar rata-rata kelompok. Agar dapat digunakan untuk membedakan kelompok

bangsa sapi maka fungsi linear harus diuji dengan beberapa nilai statistik a.l. Wilks' Lambda, Pillai's Trace, Hotteling-Lawley Trace, Roy's Greatest Root dari korelasi kanonik-nya. Hasil uji statistik dengan menggunakan tingkat $\alpha = 0,05$ dapat dilihat pada Lampiran 4. Kesimpulannya: ada fungsi linear yang dapat membedakan kelompok bangsa sapi, baik pada gabungan jenis kelamin, jantan, dan betina. Korelasi kanonik adalah ukuran keeratn hubungan antara variabel dengan kelompok bangsa sapi.

"Eigenvalue canonical" (Akar Ciri Kanonik) dan kontribusinya dari masing-masing jenis kelamin dan gabungan jenis kelamin dapat disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Akar Ciri, Proporsi dan Kumulatif dari Fungsi Diskriminan Kanonik

Jenis kelamin	Diskriminan Kanonik (DK)	Akar Ciri Kanonik	Proporsi (%)	Kontribusi Kumulatif (%)
Gabungan	I	8,1023	67,67	67,67
	II	2,7374	20,94	88,61
Jantan	I	10,2737	66,16	66,16
	II	2,9588	18,86	85,02
Betina	I	18,2396	67,95	67,95
	II	7,1533	26,65	94,60

Pada Tabel 8 menunjukkan bahwa dengan penggambaran dua dimensi maka jumlah kumulatif Fungsi Diskriminan I dan II mencapai 88,61%; 85,02%; dan 94,60% masing-masing untuk gabungan jenis kelamin, jantan, dan betina. Posisi antar bangsa lebih banyak ditentukan pada DK-I dan DK-II, karena jumlah

kumulatifnya cukup besar. Peneliti lain yaitu Goto *et al.* (1982) mendapatkan angka kumulatif DK-I dan DK-II sebesar 65,85% untuk jantan, 54,01% untuk betina pada penelitian lima strain tikus dengan menggunakan mandibula sebagai spesimennya.

Korelasi kanonik adalah ukuran keeratan hubungan antara variabel dengan kelompok. Salah satu keluaran ("out print") Analisis Diskriminan Kanonik adalah matriks "Pooled Within Canonical Structure" yang memuat nilai korelasi antara variabel dan fungsi diskriminan kanonik yang telah dikoreksi oleh informasi keanggotaan pada masing-masing kelompok. Variabel yang **berkorelasi tinggi** dengan fungsi diskriminan kanonik menunjukkan bahwa variabel tersebut erat kaitannya dengan perbedaan bangsa dan ini merupakan **variabel pembeda** dalam pengelompokan. Matriks "Pooled Within Canonical Structure" disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Matriks "Pooled Within Canonical Structure"

Varibel yang diamati	Gabungan		Jantan		Betina	
	DK-I	DK-II	DK-I	DK-II	DK-I	DK-II
1	-0,046	0,467	-0,030	0,746	-0,061	0,250
2	-0,056	0,341	-0,088	0,645	0,001	0,082
3	0,085	0,352	-0,064	0,451	-0,110	0,218
4	0,130	0,214	0,138	0,271	0,084	0,140
5	0,185	0,461	0,196	0,531	0,097	0,362
6	0,058	0,635	0,057	0,567	0,021	0,592
7	0,204	0,283	0,218	0,436	0,110	0,186
8	0,068	0,635	0,097	0,566	0,042	0,125
9	0,027	0,144	0,093	0,403	0,001	0,095
10	0,036	0,202	0,106	0,543	-0,014	0,079
11	-0,113	0,206	-0,024	0,426	-0,263	0,079
12	-0,149	0,381	-0,107	0,439	-0,154	0,269
13	0,061	0,250	0,145	0,449	-0,040	0,163
14	0,500	0,245	0,631	0,470	0,535	0,312
15	0,104	0,158	0,118	0,438	0,060	0,024

Pada Tabel 9 dapat dilihat bahwa variabel pembeda bangsa pada sapi gabungan jenis kelamin terletak pada variabel-14 yaitu "Height of the occipital region" (fungsi DK-I) dan variabel-6 yaitu "Post palatal length" dan variabel-8 "Least breadth between the bases of the horncores" (fungsi DK-II). Pada sapi jantan variabel pembeda bangsa terletak pada variabel-14 yaitu "Height of the occipital region" (fungsi DK-I) dan variabel-1 yaitu "Profile length", variabel-2 yaitu "Median frontal length", variabel-5 yaitu "Condilo basal length", variabel-6 yaitu "Post palatal length", variabel-8 yaitu "Least breadth between the bases of the horncores" dan variabel-10 yaitu "Greatest breadth of the skull" (fungsi DK-II). Pada sapi betina, variabel kranium pembeda bangsa adalah variabel-14 yaitu "Height of the occipital region" (fungsi DK-I), dan variabel-6 yaitu "Post palatal length" (fungsi DK-II). Untuk mengetahui rata-rata kelompok dari setiap fungsi diskriminan kanonik dapat disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Rataan Fungsi Diskriminan Kanonik Kelompok Bangsa Sapi

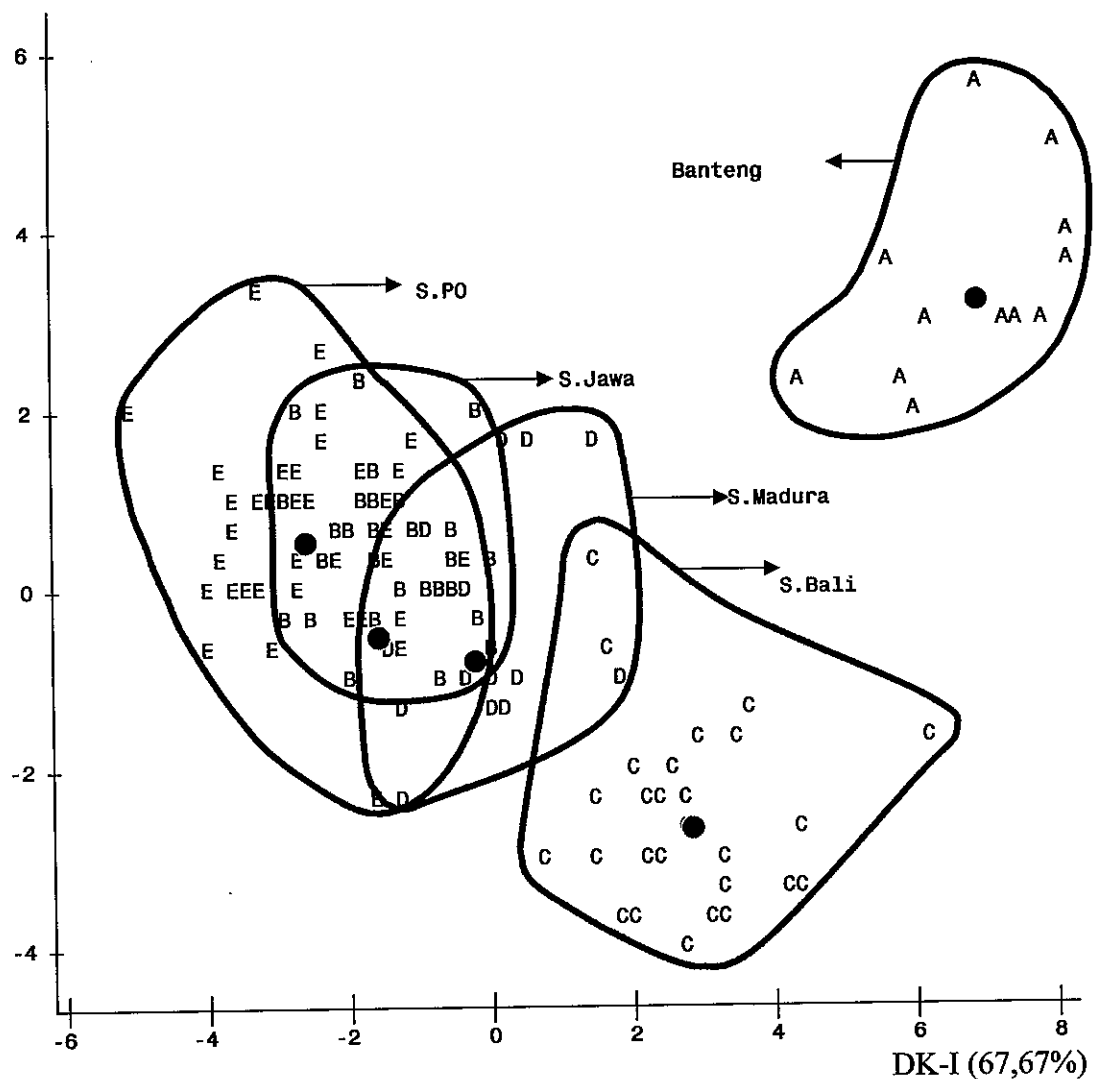
Bangsa	CAN1	CAN2	CAN3
Banteng	6,830774727	3,380742638	0,283918459
Sapi Jawa	-1,459320362	0,448987495	-1,311120667
Sapi Bali	2,711740256	-2,543092959	0,402370220
Sapi Madura	-0,132635908	-0,558284731	-1,054483361
Sapi PO	-2,589242855	0,592796879	1,140888995

Nilai tersebut di atas adalah rata-rata kelompok dari setiap fungsi diskriminan kanonik yang terbentuk. Ruang yang dibentuk oleh fungsi-fungsi ini merupakan ruang yang memaksimumkan jarak antara rata-rata kelompok. Dari rata-rata kelompok tersebut di atas nampak bahwa fungsi diskriminan yang pertama (DK-I) dan fungsi

diskriminan kedua (DK-II) memisahkan Banteng dan sapi Bali dengan bangsa sapi lainnya. Hal ini bisa dilihat dari nilai ratahan kelompok variabel kanonik Banteng jauh lebih besar dibanding sapi Bali, sapi Madura, sapi Jawa dan sapi PO.

Posisi individu bangsa sapi dan ratahan kelompok bangsa sapi dapat dilihat pada Ilustrasi 13.

DK-II (20,94%)



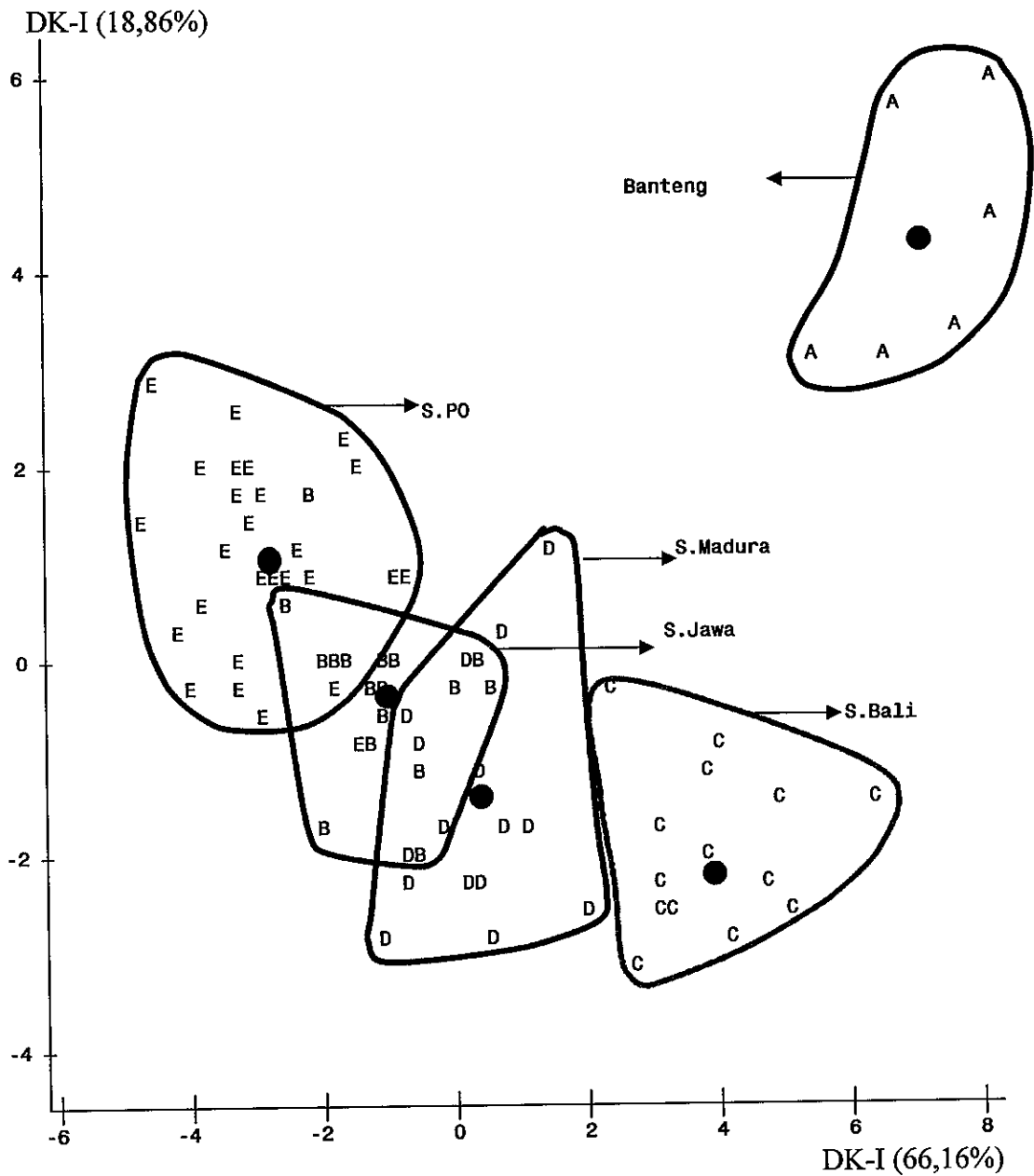
Catatan : 14 amatan tersembunyi

Ilustrasi 13. Ploting DK-I dan DK-II Individu dan Rataan Kelompok Bangsa-bangsa Sapi Potong

Pada Ilustrasi 13 terlihat bahwa kedudukan kelompok bangsa sapi Jawa terletak antara sapi Madura dan sapi PO. Jarak antar bangsa sapi, kedudukan Sapi Jawa lebih dekat ke sapi Madura dan sapi PO dibanding dengan sapi Bali dan Banteng. Banteng dan sapi Bali terlihat memisah dari kelompok bangsa sapi Jawa, sapi Madura dan sapi PO. Ini menunjukkan bahwa ketiga kelompok bangsa sapi yaitu sapi Madura, sapi Jawa dan sapi PO masih mempunyai hubungan kekerabatan yang lebih dekat dibanding dengan kelompok bangsa sapi Bali dan Banteng. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa dalam sejarahnya sapi PO merupakan bangsa sapi hasil persilangan antara sapi Jawa dengan sapi Ongole yang didatangkan dari Madras, India oleh pemerintah Belanda, sehingga kedua bangsa sapi tersebut mempunyai jarak pengelompokan yang lebih dekat dibanding kelompok bangsa sapi Bali dan Banteng.

Hardjosubroto (1994) menyatakan bahwa sapi Madura merupakan hasil persilangan sapi Jawa dengan sapi Zebu, yang kemungkinan besar adalah sapi Sinhala (*Bos indicus* yang bukan Ongole). Dengan demikian maka kedudukan sapi Jawa dekat dengan sapi Madura, namun sapi Madura kedudukannya menjauh dari sapi PO.

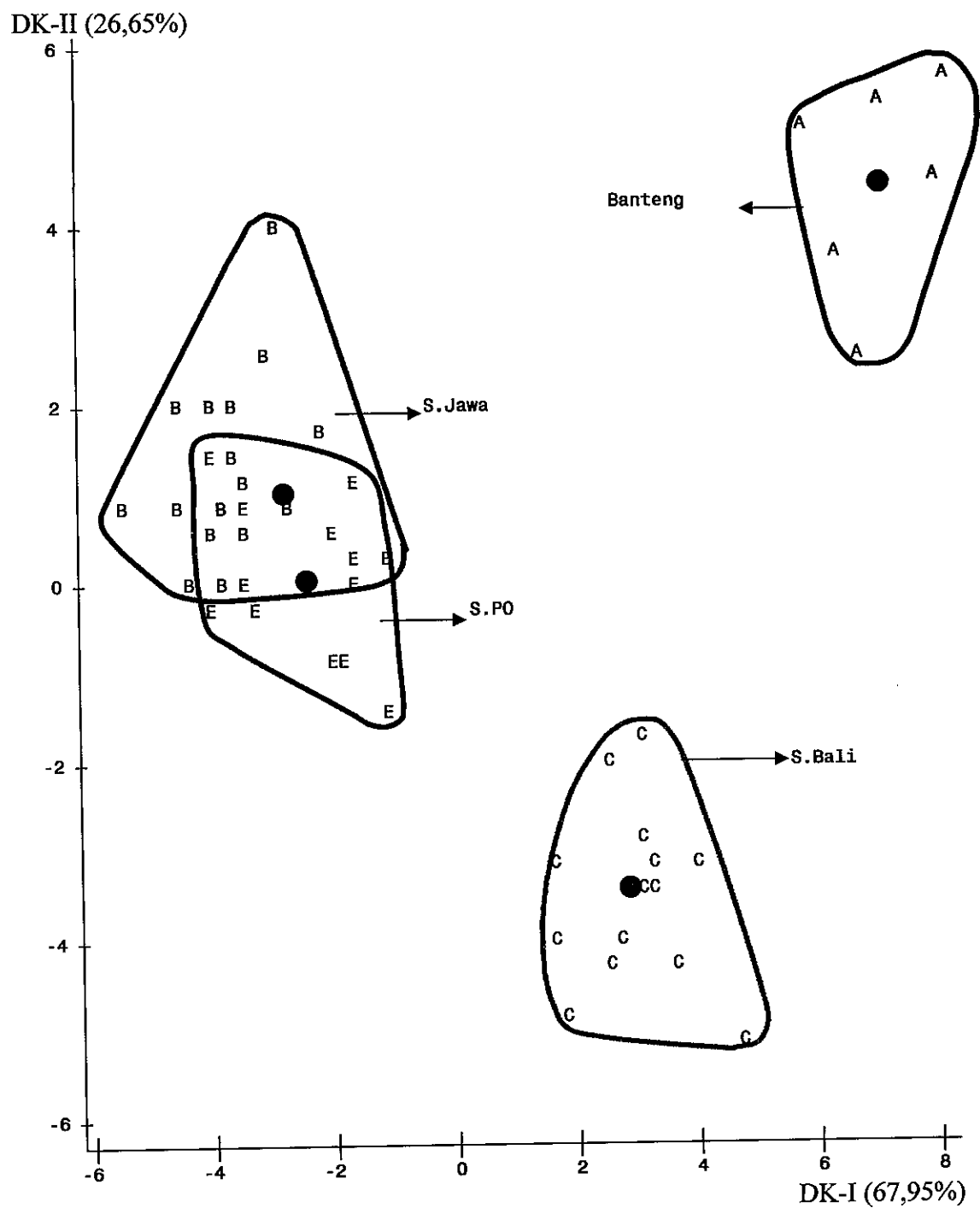
Posisi individu bangsa sapi dan rataan kelompok bangsa sapi jenis kelamin jantan, kelompok bangsa sapi jenis kelamin betina secara terpisah dapat dilihat pada Ilustrasi 14 dan 15.



Catatan : 2 amatan tersembunyi

Ilustrasi 14. Ploting DK-I dan DK-II Individu dan Rataan Kelompok Bangsa Sapi Potong Jantan

Pada Ilustrasi 14 dapat dilihat bahwa pola pengelompokan bangsa sapi jenis kelamin jantan serupa atau mirip dengan pengelompokan pada Ilustrasi 13.



Ilustrasi 15. Plotting DK-I dan DK-II Individu dan Rataan Kelompok Bangsa Sapi Potong Betina

Untuk memperkirakan jarak genetik antar bangsa sapi digunakan statistik jarak Mahalanobis. Jarak Mahalanobis merupakan jarak antar kelompok bangsa sapi yang menggambarkan pemisahan kelompok-kelompok bangsa sapi, sehingga dapat digunakan sebagai jarak genetik antar bangsa sapi. Gambaran jarak genetik antar bangsa sapi dapat disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Jarak Kuadrat Malahanobis Antar Bangsa Sapi

	Banteng	S. Jawa	S. Bali	S. Madura	S. PO
Gabungan Sapi Jantan dan Betina :					
Banteng	--				
Jawa	80,24387	--			
Bali	52,16853	29,37955	--		
Madura	68,09910	7,39023	17,49283	--	
PO	97,24503	7,73354	38,59913	14,37593	--
Sapi Jantan :					
Banteng	--				
Jawa	95,50597	--			
Bali	56,21165	35,56660	--		
Madura	84,85780	11,20165	25,83024	--	
PO	116,82841	11,03068	54,86816	21,77543	--
Sapi Betina :					
Banteng	--				
Jawa	151,81590	--			
Bali	92,98047	65,52017	--		
PO	138,70622	11,46141	47,45755		--

Pada gabungan jenis kelamin, sapi Jawa mempunyai jarak genetik paling dekat dengan sapi Madura, yaitu sebesar 7,39023 dan dengan sapi PO sebesar 7,73354.

Sementara itu jarak genetik sapi Jawa dengan sapi Bali sebesar 29,37955 lebih jauh dibanding dengan sapi Madura maupun sapi PO. Jarak genetik paling jauh adalah antara sapi Jawa dengan Banteng yaitu sebesar 80,24387. Jarak genetik sapi Jawa jantan yang terdekat adalah dengan sapi PO yaitu sebesar 11,03068 kemudian dengan sapi Madura 11,20165 dan disusul dengan sapi Bali sebesar 35,56660 dan Banteng sebesar 95,50597. Karena data sapi Madura betina tidak ada, maka jarak genetik sapi Jawa betina yang terdekat adalah dengan sapi PO yaitu sebesar 11,46141, disusul sapi Bali sebesar 65,52017 dan Banteng sebesar 151,81590.

Jarak genetik sapi PO dan sapi Madura lebih dekat dengan sapi Jawa dibanding jarak genetik sapi PO dengan sapi Bali maupun Banteng. Hal ini diduga kuat bahwa kedua bangsa sapi yaitu sapi PO dan sapi Madura merupakan hasil keturunan dari sapi Jawa. Hal ini sependapat dengan Pane (1993) yang menyatakan bahwa sapi PO merupakan hasil persilangan sapi Jawa dengan sapi Ongole yang didatangkan dari India oleh pemerintah Belanda pada tahun 1897 dan dikembangkan secara murni di P. Sumba. Persilangan tersebut dimaksudkan untuk memperbaiki mutu genetik. Secara fisik sapi PO mempunyai bentuk postur tubuh termasuk kranium yang lebih besar dibanding dengan sapi Jawa.

Sapi Bali mempunyai jarak genetik dekat dengan sapi Madura dibanding dengan sapi Jawa dan sapi PO. Ini menunjukkan bahwa sapi Madura masih merupakan turunan dari sapi Bali. Hal ini sesuai dengan pendapat Hardjosubroto dan Astuti (1980) yang mengatakan bahwa sapi Madura merupakan turunan sapi Bali. Ciri-ciri

yang dimiliki bangsa sapi Madura sebagai salah satu kelompok bangsa sapi tropis pada dasarnya seperti sapi Bali.

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Sutopo *et al.* (2001) yang meneliti hubungan jarak genetik diantara sapi-sapi asli Indonesia dengan metode polymorphisme protein darah dengan 25 lokus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sapi Jawa mempunyai jarak genetik lebih dekat dengan sapi Madura dan sapi PO, kemudian disusul dengan sapi Bali.

4.5. “Discriminant Analysis Linear” (Analisis Diskriminan Linier)

Analisis ini menghasilkan fungsi diskriminan linear, masing-masing bangsa sapi memiliki satu fungsi diskriminan linear. Fungsi ini menghasilkan skor ke setiap individu obyek sapi pengamatan tentang kedekatannya terhadap rata-rata kelompok. Pada penelitian ini, fungsi diskriminan linier memberikan peluang prior kepada individu amatan sapi untuk menjadi anggota kelompok bangsa sapi sesuai dengan variabel yang dimilikinya. Berdasarkan fungsi itulah, ditentukan individu objek sapi tersebut masuk ke kelompok bangsa sapi yang mana.

Ringkasan hasil kesalahan atau “misclassified observation” dalam mengelompokkan bangsa sapi beserta peluang posterior dari amatan tersebut disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Rekapitulasi Kesalahan Klasifikasi dan Peluang Posterior dalam Keanggotaan Bangsa Sapi.

Amatan ke	Asal Bangsa	Dikelompokkan ke Bangsa	Peluang Posterior dalam Keanggotaan Bangsa				
			Banteng	Jawa	Bali	Madura	PO
Gabungan Betina + Jantan :							
22	Jawa	PO	0,0000	0,1700	0,0000	0,0014	0,8286
29	Jawa	PO	0,0000	0,1198	0,0000	0,0008	0,8795
31	Jawa	Madura	0,0000	0,3383	0,0013	0,6587	0,0017
34	Jawa	PO	0,0000	0,1434	0,0000	0,0001	0,8566
36	Jawa	Madura	0,0000	0,1126	0,0000	0,8870	0,0004
40	Jawa	PO	0,0000	0,2196	0,0000	0,0015	0,7789
43	Jawa	PO	0,0000	0,0729	0,0000	0,0291	0,8980
59	Bali	Madura	0,0000	0,0708	0,1365	0,7853	0,0074
111	PO	Jawa	0,0000	0,7284	0,0000	0,0087	0,2629
127	PO	Jawa	0,0000	0,7269	0,0001	0,0149	0,2582
Sapi Jantan :							
23	Jawa	PO	0,0000	0,2096	0,0000	0,0001	0,7903
36	Bali	Madura	0,0000	0,0088	0,4192	0,5720	0,0000
56	PO	Jawa	0,0000	0,5279	0,0000	0,0012	0,4709
Sapi Betina :							
38	PO	Jawa	0,0000	0,6206	0,0000		0,3794

Hasil uji pengelompokan bangsa sapi menunjukkan bahwa secara keseluruhan gabungan jenis kelamin jantan dan betina didapatkan kesalahan sebanyak 10 ekor, yang terdiri dari 7 ekor sapi Jawa, 1 ekor sapi Bali dan 2 ekor sapi PO. Pada sapi betina didapatkan kesalahan sebanyak 1 ekor, dan pada sapi jantan didapatkan kesalahan sebanyak 3 ekor.

Kesalahan pengelompokan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

Sampel sapi Jawa betina tersebut diambil di RPH Kecamatan Bumiayu-Kabupaten Brebes. Daerah tersebut merupakan daerah yang sangat terbuka bagi masuknya sapi luar khususnya sapi PO (melalui kawin alami) dari daerah sekitarnya seperti Kabupaten Banyumas, Kabupaten Cilacap dan Purwokerto. Bentuk postur tubuhnya agak berbeda dengan sapi betina dari Kecamatan Banjarharjo. Pada bagian kepala agak memanjang dan ada ponok kecil, warna sapi kebanyakan putih (dominan putih), ini diduga sudah tercampur dengan darah sapi PO. Hal ini berbeda dengan sampel sapi Jawa yang berasal dari RPH Kecamatan Banjarharjo-Kabupaten Brebes, dimana RPH tersebut menerima sapi Jawa dari daerah yang agak terisolir, sehingga tidak terintrodusir sapi-sapi luar baik sapi PO melalui kawin alami maupun kawin IB yang menggunakan semen sapi impor. Warna kulit pada sapi Jawa yang dipotong di RPH Banjarharjo cenderung berwarna merah dan kehitaman, warna merah untuk betina dan warna kehitaman untuk jantan. Peternak sapi Jawa di daerah terisolir tersebut mempunyai kecenderungan untuk mempertahankan kemurnian sapi Jawa yang dimilikinya dengan menolak untuk dilakukan IB yang menggunakan semen sapi dari luar.

Semua sampel sapi Bali diambil dari RPH-Denpasar, Propinsi Bali, kecuali pada sampel ke-58, 59 dan 60 yang diperoleh dari Jakarta pada saat pemotongan hari raya Ied'ul Qurban. Sampel ke-59 tersebut adalah sapi Bali jantan tetapi mempunyai warna kulit coklat merah atau bukan hitam dan menurut informasi bukan berasal dari Pulau Bali. Sapi Bali jantan dewasa berwarna hitam. Mengingat warna coklat

tersebut maka kemungkinan besar sapi Bali tersebut diduga sudah tercampur dengan darah sapi Madura yang mempunyai warna dominan coklat merah, karena sapi Bali jantan dewasa yang masih asli adalah berwarna hitam.

Ilustrasi 16 menunjukkan dokumentasi sapi Bali jantan yang berwarna merah yang digunakan sebagai sampel amatan ke-59 tersebut di atas.



Ilustrasi 16. Sapi Bali Jantan Berwarna Merah

Sampel sapi PO diambil dari RPH-Semarang. Sapi-sapi PO yang dipotong di RPH-Semarang berasal dari wilayah Semarang, Grobogan, Demak dan wilayah sekitarnya yang merupakan daerah terbuka bagi perkawinan silang. Pada kenyataannya di Semarang masih dapat ditemukan sapi PO yang secara eksterior/ fenotipik kepalanya seperti sapi Jawa, tetapi bagian tubuh lainnya menunjukkan keturunan Ongole yang ditandai adanya ponok. Sapi ini diduga mengandung darah sapi Jawa. Hal ini membuktikan bahwa ada kemungkinan bercampurnya darah sapi Jawa pada sapi-sapi yang dianggap sebagai sapi PO. Seperti pada bagian sebelumnya

dikatakan bahwa sapi PO merupakan hasil persilangan antara sapi Jawa dengan sapi Ongole (SO). Karena daerah ini terbuka maka kemurnian bangsa sapi PO maupun sapi Jawa agak sulit untuk dipertahankan atau dijaga. Ilustrasi 17 menunjukkan profil sapi PO yang diduga bercampur dengan darah sapi Jawa.



Ilustrasi 17. Sapi PO yang Diduga Bercampur dengan Keturunan Sapi Jawa

Ringkasan berupa jumlah amatan dan persentase ketepatan dan kesalahan dalam pengelompokan sapi dapat dilihat pada Tabel 13, 14 dan 15.

Tabel 13. Jumlah Amatan, Persentase Ketepatan dan Kesalahan Pengelompokan Sapi Gabungan Jantan dan Betina

Dari Bangsa	Banteng	Jawa	Bali	Madura	PO	Total
Banteng	12	0	0	0	0	12
	(100,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(100,00)
Jawa	0	27	0	2	5	34
	(0,00)	(79,41)	(0,00)	(5,88)	(14,71)	(100,00)
Bali	0	0	27	1	0	28
	(0,00)	(0,00)	(96,43)	(3,57)	(0,00)	(100,00)
Madura	0	0	0	16	0	16
	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(100,00)	(0,00)	(100,00)
PO	0	3	0	0	38	41
	(0,00)	(7,32)	(0,00)	(0,00)	(92,68)	(100,00)
Total	12	30	27	19	43	131
	(9,16)	(22,90)	(20,61)	(14,5)	(32,82)	(100,00)
Prior	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
Tingkat Kesalahan dalam Pendugaan Bangsa:						
	Banteng	Jawa	Bali	Madura	PO	Total
Tk kslhn	0,0000	0,2059	0,0357	0,0000	0,0732	0,0630

() Angka dalam kurung menunjukkan persentase ternak

Tabel 14. Jumlah Amatan, Persentase Ketepatan dan Kesalahan Pengelompokan Sapi Jantan

Dari Bangsa	Banteng	Jawa	Bali	Madura	PO	Total
Banteng	6 (100,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	6 (100,00)
Jawa	0 (0,00)	16 (94,12)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (5,88)	17 (100,00)
Bali	0 (0,00)	0 (0,00)	13 (92,86)	1 (7,14)	0 (0,00)	14 (100,00)
Madura	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	16 (100,00)	0 (0,00)	16 (100,00)
PO	0 (0,00)	3 (10,34)	0 (0,00)	0 (0,00)	26 (89,66)	29 (100,00)
Total	6 (7,32)	19 (23,17)	13 (15,85)	17 (20,73)	27 (22,45)	82 (100,00)
Prior	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
Tingkat Kesalahan dalam Pendugaan Bangsa:						
	Banteng	Jawa	Bali	Madura	PO	Total
Tk kslhn	0,0000	0,0588	0,0714	0,0000	0,1034	0,0467

() angka dalam kurung menunjukkan persentase ternak

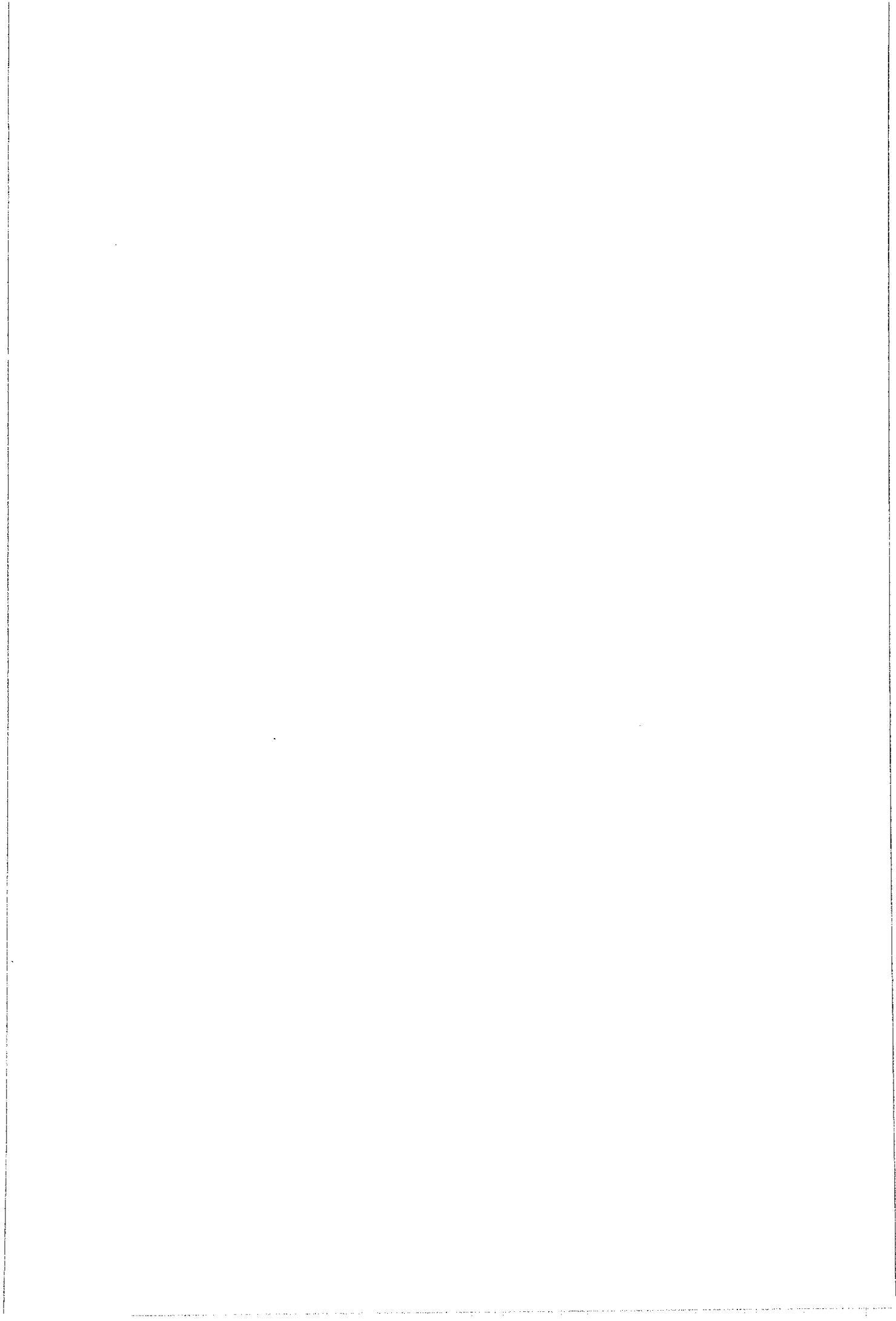
Tabel 15. Jumlah Amatan, Persentase Ketepatan dan Kesalahan Pengelompokan Sapi Betina

Dari Bangsa	Banteng	Jawa	Bali	PO	Total
Banteng	6	0	0	0	6
	(100,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(100,00)
Jawa	0	17	0	0	17
	(0,00)	(100,00)	(0,00)	(0,00)	(100,00)
Bali	0	0	14	0	14
	(0,00)	(0,00)	(100,00)	(0,00)	(100,00)
PO	0	1	0	11	12
	(0,00)	(8,33)	(0,00)	(91,67)	(100,00)
Total	6	18	14	11	49
Persen	(12,24)	(36,73)	(28,57)	(22,45)	(100,00)
Prior	0,25	0,25	0,25	0,25	
Tingkat Kesalahan dalam Pendugaan Bangsa:					
	Banteng	Jawa	Bali	PO	Total
Tingkat	0,0000	0,0000	0,0000	0,0833	0,0208

() Angka dalam kurung menunjukkan persentase ternak

Dari Tabel 13, 14, dan 16 di atas dapat dilihat bahwa tingkat kesalahan dalam pengelompokan bangsa ("the probability of erroneous discriminant") sebesar 6,30%; 4,67% dan 2,08%, masing-masing pada gabungan jenis kelamin, jantan, dan betina. Ini berarti tingkat ketepatan dalam pengelompokan bangsa adalah sebesar 93,70%; 95,33% dan 97,92%, masing-masing pada gabungan jenis kelamin, jantan, dan

betina. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tingkat ketepatan dalam pengelompokan bangsa dengan menggunakan analisis diskriminan mempunyai nilai yang cukup tinggi atau akurat. Hal ini ditunjukkan dengan tingkat kesalahan dalam pengelompokan bangsa sapi yang cukup rendah.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan di atas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

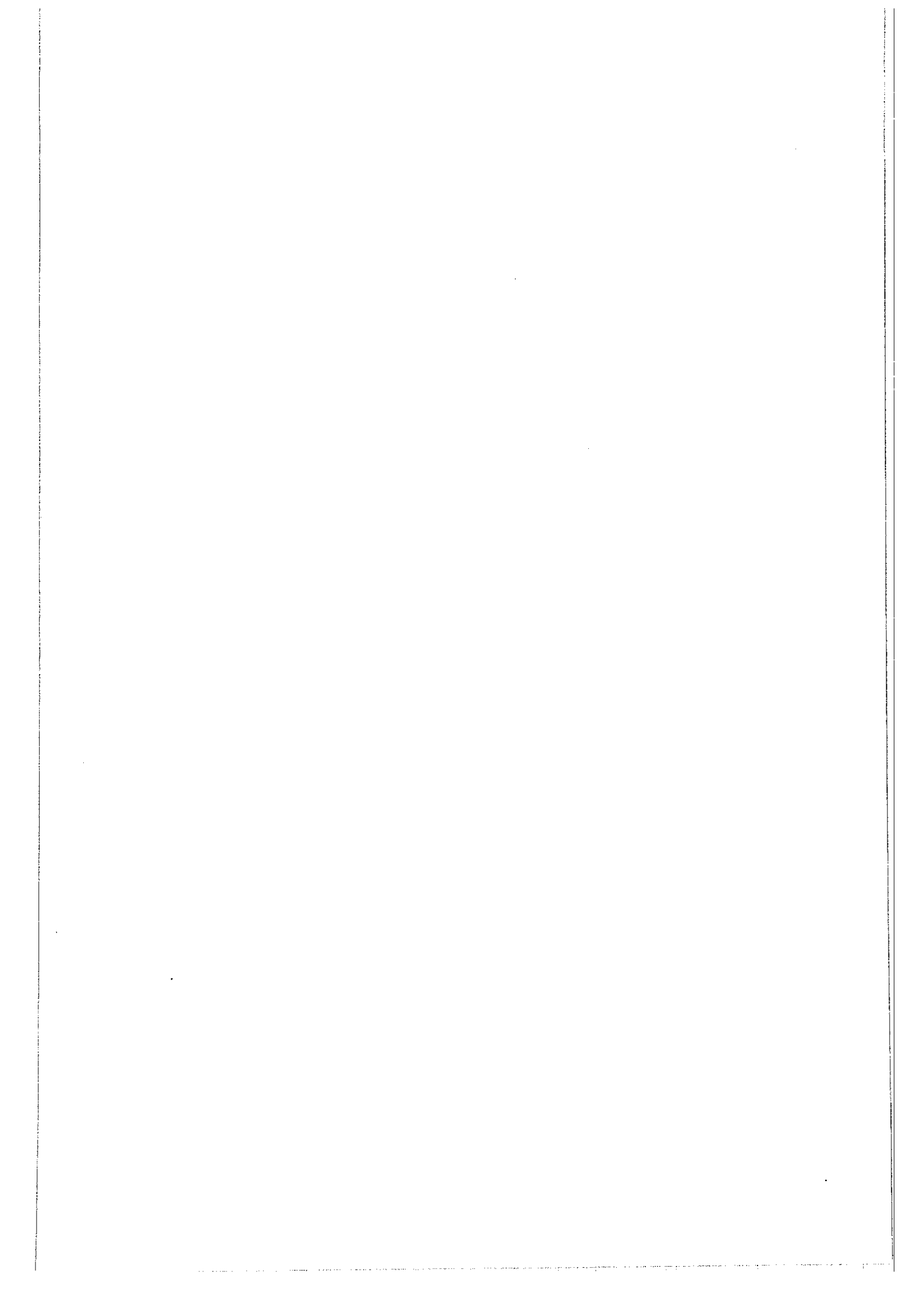
1. Bangsa sapi berpengaruh nyata terhadap variabel ukuran kranium ($P < 0,05$). Banteng mempunyai rata-rata ukuran kranium lebih besar dibanding bangsa sapi lainnya. Jenis kelamin berpengaruh terhadap variabel ukuran kranium dalam bangsa sapi yang sama, kecuali pada betina variabel ke-10.
2. Dua Komponen Utama pertama dari Analisis Komponen Utama menerangkan keragaman variabel ukuran kranium sebesar 76,21%; 77,58%; dan 74,98%, masing-masing untuk gabungan jenis kelamin, jantan, dan betina. Berdasarkan bagan KU-I dan KU-II, kranium yang paling panjang ("size") adalah Banteng, disusul sapi PO, sapi Jawa, sapi Madura kemudian sapi Bali. Bentuk kranium ("shape") yang paling besar adalah Banteng, disusul sapi Bali, sapi Madura, sapi Jawa kemudian sapi PO. Berdasarkan korelasi kanonik, variabel yang paling baik digunakan sebagai variabel pembeda bangsa adalah variabel-14 yaitu "Height of the occipital region" untuk fungsi diskriminan I. Variabel-6 yaitu "Post palatal length" dan variabel-8 yaitu "Least breadth between the bases of the horncores" untuk fungsi diskriminan II. Berdasarkan analisis diskriminan terhadap pengelompokan 4 bangsa sapi potong dan Banteng dalam penelitian ini menghasilkan fungsi diskriminan yang mempunyai ketepatan tinggi, hal ini

ditunjukkan dengan tingkat kesalahan yang rendah. Tingkat ketepatan dalam pengelompokan bangsa sebesar 93,70%; 95,33%; dan 97,92%, masing-masing untuk gabungan jenis kelamin, jantan, dan betina. Tingkat kesalahan dalam pengelompokan bangsa sebesar 6,30%; 4,67%; dan 2,08%, masing-masing untuk gabungan jenis kelamin, jantan, dan betina.

3. Sapi Jawa mempunyai jarak genetik lebih dekat dengan sapi Madura dan sapi PO dibanding sapi lainnya. Sapi Bali mempunyai jarak genetik lebih dekat dengan sapi Madura dibanding sapi Jawa dan sapi lainnya. Banteng mempunyai jarak genetik paling jauh dengan bangsa sapi lainnya, sedangkan sapi Jawa, sapi Madura dan sapi PO mempunyai ruang jarak genetik yang berdekatan dibanding sapi Bali dan Banteng.

5.2. Saran

Identifikasi dan pendugaan jarak genetik antar bangsa sapi potong di Indonesia berdasarkan studi kraniometri dengan menggunakan variabel kuantitatif dapat dilakukan dengan hasil yang cukup efektif serta biaya relatif murah. Namun demikian perlu dilakukan penelitian melalui pendekatan molekuler yang lebih terarah dan mendalam pada masa mendatang untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.



DAFTAR PUSTAKA

- Berg, R.T. dan R.M. Butterfield. 1976. *New Concepts of Cattle Growth*. Sydney University Press.
- Ensiklopedi Indonesia. 1992. Edisi Khusus 5, PT Ichtiar Baru-Van Hoeve, Jakarta.
- Epstein, H. 1983. Indigenous domesticated animals of Asia and Africa and their uses. Dalam: L. Peel dan D.E. Tribe (Ed). *Domestication Consevation and Use of Animal Resources*. World Animal Science, A-1. Elsevier, New York. Hal. 63-91.
- Festing, M. 1972. A multivariate analysis of subline divergence in the shape of the mandible in C57BL/Gr mice. *Genet. Res., Camb.*, **21**: 121-132.
- Frandsen, R.D. 1996. *Anatomi dan Fisiologi Ternak*. Cetakan ke-3, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. (Diterjemahkan oleh B. Srigandono dan K. Praseno).
- Gaspersz, V. 1991. *Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan*. Penerbit Tarsito. Bandung.
- Goto, N., K. Miura, K. Imamura, and K. Komeda. 1982. Genetic relationships between sublines of inbred strains of mice as assessed by mandible analysis. *Natl. Inst. Anim. Health Q (Jpn.)* **22**: 70-75.
- Goto, N., H. Watanabe, H. Umezawa, H. Yazawa, and S. Kuramasu. 1987. Morphometrical observations on the mandible of five strains of rabbits and strain identification using mandible measurements. *Laboratory Animals* **21**: 188-194.
- Goto, N., K. Fukuta, T. Serikawa, and J. Yamada. 1991. Strain identification of inbred rats using mandible measurements. *J. Mamm. Soc. Japan* **15** (2): 73-82.
- Hardjosubroto, W. dan M. Astuti. 1980. Animal genetic resources in Indonesia. Proceeding of SABRAO Workshop on Animal Genetic Resources in Asia and Oceania. 189-204. Tropical Agriculture Research Centre, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. Japan.
- Hardjosubroto, W. 1994. *Aplikasi Pemuliabiakan Ternak di Lapangan*. Penerbit Grasindo, Jakarta.

- Harmadji dan G. Sudiono. 1975. Pengelolaan Usaha Sapi Potong Tradisional. Bidang Manajemen. Kertas Kerja Untuk Lokakarya di Ujung Pandang. Fapet UGM, Yogyakarta.
- Hayashi, Y., T. Nishida, K. Mochizuki dan J. Otsuka. 1981. Measurements of the skull of native cattle and Banteng in Indonesia. *Jpn. J. Vet. Sci.* **43**: 901-907.
- Hayashi, Y., J. Otsuka, T. Nishida and H. Martojo. 1982^a. Multivariate craniometrics of wild banteng, *Bos banteng*, and five types of native cattle in Eastern Asia. Dalam: The Origin and Phylogeny of Indonesian Native Livestock. Part III. The Research Group of Overseases Scientific Survey, 19-30.
- Hayashi, Y., T. Nishida, T. Fujioka, I. Tsugiyama, K. Mochizuki and M. Tomimoto. 1982^b. Measurement of the skull of jungle and domestic fowls. *Jpn. J. Vet. Sci.* **44**: 1003-1006.
- Hayashi, Y., T. Nishida, T. Hashiguchi, and K. Mochizuki. 1984. Morphological studies of the mandible of the Indonesian native pigs and seven types of Asian wild boars. *Jpn. J. Vet. Sci.* **46**: 99-104
- Hayashi, Y., T. Nishida, T. Shotake and Y. Kawamoto. 1989. Multivariate craniometrics of yak in Nepal. *Jpn. J. Vet. Sci.* **51**: 1037-1039).
- I P B dan Dirjen Dikti. 2002. Penggunaan the SAS System untuk Analisis Multivariate. Institut Pertanian Bogor.
- Maharadatunkamsi and D.J. Kitchener. 1997. Morphological variation in *Eonycteris spelaea* (Chiroptera : Pteropodidae) from the Greater and Lesser Sundas Islands, Indonesia and Description of a new Species. *Treubia* **31**: 133-168.
- Maryanto, I., I. Mansjoer, D. Sajuti and J. Supriatna. 1997. Morphological variation in the ebony and silver leaf monkeys [*Trachypithecus auratus* (E. Geoffroy, 1812) and *Trachypithecus cristatus* (Raffles, 1821)] from Southeast Asia. *Treubia*. **31**: 113-132.
- Mason, I.L. 1969. A World Dictionary of Livestock Breeds, Types and Varieties. 2nd ed. Commonwealth Agricultural Bureaux, Franham Royal, Buck, England.
- Nishida, T., Y. Hasyashi, C. S. Lee, and Y.J. Cho. 1983. Measurement of the skull of native cattle Korea. *Jpn. J. Vet. Sci.* **45** : 537-541.

- Otsuka, J. , K. Kondo, T. Namikawa, K. Nozawa, and H. Martojo. 1982. Statistical analysis on the body measurements of East Asian native cattle and Bantengs. Dalam: The Origin and Phylogeny of Indonesian Native Livestock. Part III. The Reasearch Group of Overseases Scientific Survey, 7-17.
- Pane, I. 1993. Pemuliaan Ternak Sapi. Cetakan ke-2, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Payne, W. J. A. 1970. Cattle Production in the Tropics. 1st published, Longman, London.
- Payne, W.J.A. dan D.H.L. Rollinson. 1973. Bali Cattle. World Anim. Rev., (7):13-21.
- Robinson, D. W. 1977. Livestock in Indonesia. Centre for Animal Research and Development. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Ciawi, Bogor.
- Rouse, J.E. 1976. Cattle of Africa and Asia. World Cattle II. CSIRO.
- SAS/STAT. 1990. SAS User's Guide. Version 6, 4th ed., SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Santoso, S. 2003. SPSS Statistik Multivariat. Penerbit PT Elex Media Komputindo, Gramedia, Jakarta.
- Sisson, S. and J.D. Grossman. 1961. The Anatomy of the Domestic Animals. 4thEd., Saunders Company, Philadelphia and London.
- Slijper, E. J. 1954. Manusia dan Hewan Piara. P.T. Pembangunan Djakarta, Djakarta.
- Sugeng, Y.B. 1996. Sapi Potong, Pemeliharaan, Perbaikan Produksi, Prospek Bisnis dan Analisis Penggemukan. Edisi ke-5, PT Penebar Swadaya, Jakarta.
- Suparyanto, A., T. Purwadaria, dan Subandriyo. 1999. Pendugaan jarak genetik dan faktor peubah pembeda bangsa dan kelompok domba di Indonesia melalui pendekatan analisis morfologi. J. Ilmu Ternak dan Veteriner. 4 (2): 80-87.
- Susetyo, B. dan Aunuddin. 1992. Penggunaan Komputer-Mikro Untuk Biologi Lingkungan. Departemen P & K Dirjen PT - PAU Ilmu Hayat IPB, Bogor.
- Sutopo., K. Nomura, Y. Sugimoto and T. Amano. 2001. Genetic relationships among Indonesian native cattle. J. Anim. Genet., 28 (2) : 3 – 11.
- Williamson, G. and W. J. A. Payne. 1993. Pengantar Peternakan di Daerah Tropis. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. (Diterjemahkan oleh S.G.N. Djiwa Darmadja, Penyunting : Ida Bagus Djagra).