

Identifikasi Ukuran Tubuh dan Bentuk Tubuh Domba Garut Tipe Tangkas, Tipe Pedaging dan Persilangannya Melalui Pendekatan Analisis Komponen Utama

(Identification of Body Size and Body Shape of Garut Sheep Fighting Type and Meat Type and Garut Cross Based on Principal Component Analysis)

A Gunawan, R H Mulyono dan C Sumantri*

Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor
Jln. Agathis, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680,

*Penulis korespondensi email: cece_sumantri12@yahoo.co.id

Abstract. This research was done to identify the body size and shape among three types of local sheep of Garut fighting type, Garut meat type and their crossbred fighting and meat type in Garut district (Margawati, Sukawening and Wanaraja) and Bogor district (Ciomas and Cinagara). The total number of sheep from Garut district used in this study were 520 head consisting of crossbred sheep from Margawati (71 head), fighting sheep from Wanaraja (79 head), meat sheep from Wanaraja (84 head), fighting sheep from Sukawening (87 head) and meat sheep from Sukawening (62 head). Whereas the total number of sheep from Bogor district were 137 head consisting of those of fighting sheep from Ciomas (66 head) and from Cinagara (70 head). Some body measurements measured in this study were body weight, body length, wither height, chest width, chest circumference, cranium, tail length and tail width. Analysis of all those sizes were based on principal component analysis (PCA) then visualized into the group of crowded diagram. Different group of crowded builded on the base of scoring in body size and body shape derived from covarian matrix were able to identified morphological penotypic differences among garut sheep studied. The results from canonical analyses showed that body length, chest girth, chest width, and wither height were the most discriminant variables had impact to the differences score size between types of Garut sheep. However, the tail length and tail width were variables had impact to differences score shape. The crowded diagram showed that an intersection among three types (fighting, meat and crossbred) of sheep suspected as resulted from the same genetic resource, namely Garut sheep. Genetic flow was suspected from crossbred in Margawati to meat sheep in Cinagara as well as the sheep from Sukawening and Wanaraja to fighting sheep in Ciomas. Close genetic distances that were found among fighting and meat sheep in Sukawening as well as fighting and meat sheep in Wanaraja could be considered that these two groups of sheep as the genetic resource of fighting sheep in Ciomas.

Key Words: garut sheep, principal component analysis (PCA), body size and shape

Pendahuluan

Domba Garut merupakan sumber genetik ternak lokal Indonesia yang perlu dilestarikan keberadaannya. Kecamatan Wanaraja dan Kecamatan Sukawening sebagai salah satu sentra pengembangan dan penghasil bibit domba pedaging dan tangkas di Kabupaten Garut. Populasi domba di Kabupaten Garut mencapai 337.036 ekor (Badan Pusat Statistik Kabupaten Garut, 2004).

Upaya pengembangan dan peningkatan populasi domba Garut perlu dilakukan di luar

kabupaten Garut dalam upaya meningkatkan produksi daging nasional khususnya dari ternak domba yang masih kurang jumlahnya melalui peningkatan produktivitas ternak. Pemilihan domba Garut untuk dikembangkan didasarkan atas potensi sifat prolififikasi dan kemampuan beradaptasi yang cukup baik. Domba Garut memiliki tingkat kesuburan tinggi (prolifik), memiliki potensi yang baik sebagai tipe pedaging untuk dikembangkan sebagai sumber daging dan sebagai tipe tangkas yang dapat dijadikan sebagai daya tarik pariwisata daerah. Pada perkembangannya domba Garut sekarang

sudah menyebar tidak hanya di daerah Garut saja akan tetapi menyebar ke beberapa daerah di luar Garut diantaranya daerah Bogor. Beberapa keunggulan domba Garut dibandingkan dengan domba lainya menurut Gunawan dan Noor (2005) diantaranya: memiliki produktivitas cukup baik dan relatif tahan terhadap penyakit, memiliki keunggulan komparatif terutama dalam hal performa dan kekuatannya serta memiliki bobot badan yang dapat bersaing dengan domba impor dalam hal kualitas dan produktivitas. Istiqomah *et al.* (2006) melaporkan domba Garut mempunyai bobot lahir dan bobot sapih yang tinggi, seleksi berdasarkan bobot sapih dapat meningkatkan bobot dewasa. Hasil penelitian Sumantri *et al.* (2007) tentang hubungan phylogenetik antara domba lokal di Indonesia melalui pendekatan analisis morfologi menunjukkan domba Garut mempunyai karakteristik spesifik dan mempunyai jarak genetik terjauh dari kelompok domba lokal lainnya di Indonesia seperti domba Madura, Donggala, Rote, Sumbawa dan Kisar. Identifikasi keragaman bentuk tubuh pada domba muda di Nigeria melalui Analisis Komponen Utama (AKU) telah dilaporkan oleh Salako (2006^b). Karakterisasi penciri ukuran dan bentuk pada domba Garut tipe tangkas, pedaging dan silangannya masih sangat kurang, oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik penciri ukuran (*size*) dan bentuk tubuh domba Garut tipe tangkas, pedaging dan persilangannya di daerah Garut dan luar Garut melalui Analisis Komponen Utama (AKU). Informasi tersebut sangat penting sebagai kriteria seleksi dalam menentukan karakteristik dari domba Garut tipe tangkas, pedaging dan persilangannya di daerah Garut dan luar Garut.

Metode Penelitian

Ternak

Ternak yang diamati sebanyak 520 ekor domba Garut yang berasal dari Margawati merupakan (persilangan antara betina tipe pedaging dengan pejantan tipe tangkas) sebanyak 71 ekor, tangkas Wanaraja sebanyak 79 ekor, pedaging Wanaraja sebanyak 84 ekor, tangkas Sukawening sebanyak 87 ekor, pedaging Sukawening sebanyak 62 ekor. Domba Garut dari kabupaten Bogor terdiri

atas domba tangkas Ciomas sebanyak 66 ekor, dan tipe pedaging Cinagara sebanyak 71 ekor.

Ukuran tubuh yang Diukur

Ukuran tubuh yang diukur meliputi tinggi pundak, panjang badan, lebar dada, dalam dada, lingkaran dada, panjang tengkorak, lebar tengkorak, panjang ekor, dan lebar ekor

Analisis Data

Data ukuran-ukuran tubuh domba dianalisis dengan Analisis Komponen Utama (AKU). Sebelum dilakukan perbandingan, kelompok domba yang diteliti distandarisasi ke dalam kelompok umur dua tahun sesuai menurut Sumantri, *et al.* (2007) dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan :	$X_{i\text{-terkoreksi}}$	= ukuran ke- yang dikoreksi
	$X_{\text{pengamatan ke-}i}$	= ukuran peng- amatan ke- i
	$\bar{X}_{\text{standar}}$	= rata-rata sampel umur dua tahun
	$\bar{X}_{\text{pengamatan}}$	= rata-rata sampel Yang diamati

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analisis Komponen Utama (AKU). Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Minitab Release 13. Penggunaan AKU untuk mendapatkan persamaan ukuran dan bentuk yang diturunkan dari matriks kovarian (Gaspersz, 1992). Persamaan ukuran diperoleh dari persamaan skor komponen utama ke-1 (keragaman total tertinggi), sedangkan persamaan bentuk diperoleh dari persamaan skor komponen ke-2 (keragaman total setelah yang tertinggi). Skor pada persamaan ukuran disetarakan dengan sumbu X dan skor persamaan bentuk disetarakan dengan sumbu Y, sehingga dapat divisualisasikan dalam bentuk diagram kerumunan (Nishida *et al.*, 1982).

Model Matematika AKU menurut Gaspersz (1992) sebagai berikut:

$$Y_1 = a_{11}X_1 + a_{21}X_2 + a_{31}X_3 + \dots + a_{91}X_9$$

Keterangan:

Y_1 = komponen utama ke-1 (skor ukuran)
(Nishida *et al.*, 1982)

X_1-X_9 = variabel ke 1,2,3...9

$a_{11}-a_{91}$ = vektor Eigen ke- 1,2,3...,9

$Y_2 = a_{12}X_1+a_{22}X_2+a_{32}X_3+...+a_{92}X_9$

Keterangan:

Y_2 = komponen utama ke-2 (skor bentuk)

(Nishida *et al.*, 1982)

X_1-X_9 = variabel ke 1,2,3...9

$a_{12}-a_{92}$ = vektor Eigen ke- 1,2,3...,9

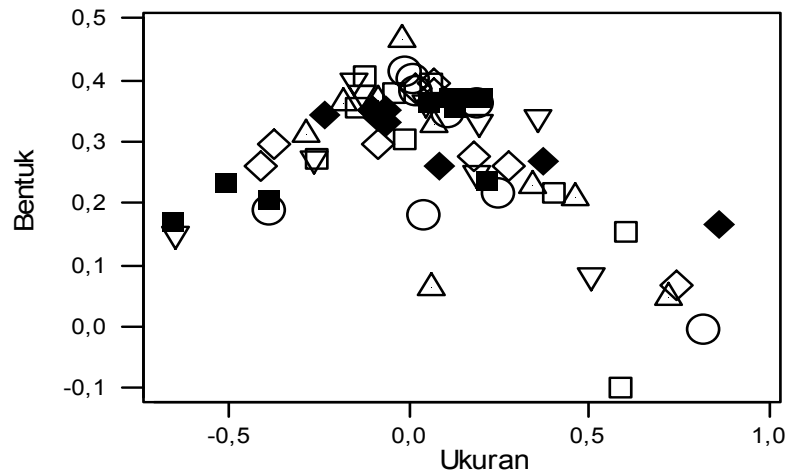
Hasil dan Pembahasan

Persamaan ukuran dan bentuk tubuh domba garut tipe tangkas, tipe pedaging dan persilangannya

Persamaan ukuran dan bentuk domba Garut tipe pedaging, tangkas dan persilangannya disajikan pada Tabel 1. Keragaman total komponen utama ke-1 yang disetarakan dengan ukuran, terendah 39,0% pada domba tangkas Ciomas (Bogor) dan tertinggi pada tangkas Wanaraja 71,6%, sedangkan keragaman total komponen utama ke-2 yang disetarakan dengan bentuk terendah pada tangkas Wanaraja 9,3% dan tertinggi pada pedaging sukawening 20,5%. Nilai eigen ukuran tertinggi 7,160 pada domba tangkas Wanaraja dan terendah 3,896 pada domba tangkas Ciomas, sedangkan nilai eigen bentuk tertinggi 1,696 pada domba pedaging Sukawening dan terendah 0,926 pada domba tangkas Wanaraja. Perbedaan baik bentuk maupun ukuran pada domba Garut tipe pedaging dengan tipe tangkas dan persilangannya, kemungkinan disebabkan oleh adanya seleksi kearah tipe tangkas maupun pedaging. Hal ini mendukung penelitian Mansjoer *et al.* (2007) yang melaporkan adanya perbedaan genetik antara domba Garut tipe tangkas dengan pedaging. Ukuran dan bentuk tubuh sering dipakai sebagai indikator penentu bangsa dan asal ternak (Itty *et al.*, 1997). Karakteristik morfologi dapat dijadikan sebagai dasar dalam pengidentifikasian ternak pada kelompok-kelompok ternak asli yang dapat mewakili suatu galur yang unik (Shrestha 2004) dan perbedaan karakter morfologi disebabkan oleh adanya perbedaan adaptasi terhadap kondisi ekologi

tempat dikembangbiakan pada domba dilaporkan oleh (Riva *et al.*, 2003 dan Gizaw *et al.*, 2007) dan pada kambing (Alade *et al.*, 2008). Nilai heritabilitas parameter tubuh pada domba berkisar antara 0,26-0,57 dengan korelasi genetik sangat tinggi terhadap bobot hidup (Janssens dan Vandepitte, 2003), selanjutnya Gizaw *et al.* (2008) melaporkan nilai heritabilitas parameter tubuh masing-masing sebesar 0,36; 0,27; 0,31; 0,48 dan 0,23 untuk tinggi pundak, panjang badan, lingkar dada, panjang ekor dan lingkar ekor. Heritabilitas dan korelasi genetik yang tinggi terhadap bobot hidup mengakibatkan seleksi berdasarkan bentuk dan ukuran tubuh dapat memperbaiki pertumbuhan domba (Salako, 2006^a dan Otoikhian *et al.*, 2008). Adeyinka dan Mohammed (2006) melaporkan pada bangsa kambing (Red Sokoto dan White Borno) di Nigeria Utara terdapat korelasi yang tinggi antara bobot badan dengan parameter tubuh (lingkar dada, tinggi pundak dan panjang badan) dengan nilai korelasi berkisar 0,71 sampai 0,93. Penelitian Fajemilehin dan Salako (2008) menyimpulkan bobot badan dapat diduga melalui lingkar dada, lebar pinggang, panjang badan, tinggi pundak dan tinggi pinggang.

Parameter tubuh yang berpengaruh terhadap penciri ukuran dan bentuk pada berbagai tipe domba Garut diperlihatkan pada Tabel 2. Secara umum penciri ukuran yang berkorelasi positif dengan skor ukuran yaitu linkar dada pada semua tipe domba Garut, panjang badan pada domba Margawati dan tangkas Wanaraja, dan tinggi pundak pada domba pedaging Sukawening. Penciri bentuk lebar ekor ditemukan pada domba Margawati dan pedaging Cinagara, sedangkan panjang ekor ditemukan pada pdaging Sukawening, tangkas Sukawening, tangkas Wanaraja, pedaging Wanaraja dan tangkas Ciomas. Gunawan dan Sumantri (2008) melaporkan berdasarkan hasil fenogram, domba Margawati berada dalam satu kelompok dengan domba tangkas Wanaraja, pedaging Wanaraja dan tangkas Ciomas; sedangkan domba tangkas Sukawening, pedaging Sukawening dan pedaging Cinagara berada pada satu kelompok lain.



Gambar 1. Kerumunan data domba yang diamati berdasarkan skor ukuran dan bentuk

Keterangan: ▽ = Margawati, □ = Pedaging Sukawening, ■ = Tangkas Sukawening, ◇ = Pedaging Wanaraja, ◆ = Tangkas Wanaraja, △ = Tangkas Ciomas, ▼ = Cinagara

Perbandingan ukuran dan bentuk domba garut tangkas dan pedaging

Perbedaan kerumunan data domba yang diamati pada Gambar 1, menunjukkan bahwa tipe pedaging pada umumnya memiliki skor ukuran yang lebih tinggi dibandingkan dengan tipe tangkas, yang diperlihatkan dengan kerumunan data domba tangkas ke arah kanan (Sumbu X). Tipe tangkas pada umumnya memiliki skor bentuk yang lebih tinggi dibandingkan dengan tipe pedaging, yang diperlihatkan dengan kerumunan data domba tangkas ke arah atas (Sumbu Y). Bentuk domba Margawati dan pedaging Cinagara meliputi semua bentuk domba tangkas dan pedaging yang diamati, berdasarkan kisaran skor bentuk. Everitt dan Dunn (1998) menyatakan bahwa ahli taksonomi lebih tertarik pada skor komponen bentuk karena pengaruh faktor genetik sangat besar. Berdasarkan bentuk, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa secara genetik, semua kelompok domba yang diamati bersumber dari domba Garut. Perubahan skor bentuk dengan penciri bentuk yang berbeda diantara kelompok domba yang diamati menunjukkan bahwa program pemuliaan yang berbeda seperti untuk tujuan tangkas (tangkas Wanaraja, tangkas Sukawening dan tangkas Ciomas) berbeda dengan untuk pedaging (pedaging Wanaraja dan pedaging Sukawening). Persilangan antara tipe pedaging dengan tangkas dengan tujuan memperbesar bentuk

dan ukuran terjadi pada domba Margawati dan pedaging Cinagara.

Kekerabatan antara kelompok domba tangkas dengan kelompok domba pedaging dan persilangannya diperlihatkan dengan kerumunan data yang bertumpang tindih pada Gambar 1, dan hasil rangkuman hubungan genetiknya diperlihatkan pada Tabel 3. Hal tersebut terjadi karena diduga keseluruhan kelompok domba yang diamati berasal dari sumber yang sama yaitu domba Garut. Kelompok domba pedaging Sukawening dan tangkas Sukawening berhubungan secara genetik atau berkerabat dekat. Hal yang sama juga ditemukan antara kelompok domba pedaging Wanaraja dan tangkas Wanaraja. Penciri bentuk, baik pada domba tangkas dan pedaging Sukawening sama yaitu panjang ekor, tetapi berkorelasi positif terhadap skor bentuk pada domba pedaging dan negatif pada domba tangkas. Penciri bentuk yang sama menunjukkan bahwa secara genetik kedua kelompok domba tersebut memiliki kesamaan. Arah korelasi yang berbeda menunjukkan bahwa program pemuliaan kedua kelompok domba tersebut telah mengalami seleksi ke arah sifat yang berbeda. Secara genetik kedua kelompok domba tersebut masih berkerabat. Kelompok domba tangkas dan pedaging Wanaraja berkerabat dekat.

Tabel 1. Persamaan ukuran dan bentuk domba garut tipe tangkas, tipe pedaging dan persilangannya di berbagai kelompok domba yang diamati

Kelompok Domba Garut	Persamaan		Keragaman Total (%)	Nilai Eigen
	Ukuran	Bentuk	Ukuran dan bentuk	Ukuran dan bentuk
Margawati	$0,361X_1+0,414X_2+0,347X_3+0,382X_4+0,402X_5+0,188X_6+0,180X_7+0,216X_8-0,001X_9$	$0,185X_1-0,016X_2-0,108X_3+0,014X_4+0,007X_5-0,391X_6+0,039X_7+0,250X_8+0,825X_9$	47,3 dan 11,7	4,728 dan 1,166
Tangkas Sukawening	$0,353X_1+0,364X_2+0,370X_3+0,369X_4+0,371X_5+0,231X_6+0,206X_7+0,170X_8+0,238X_9$	$0,127X_1+0,056X_2+0,206X_3+0,112X_4+0,165X_5-0,510X_6-0,393X_7-0,659X_8+0,220X_9$	58,5 dan 10,1	5,845 dan 1,012
Pedaging Sukawening	$0,405X_1+0,392X_2+0,355X_3+0,379X_4+0,271X_5+0,302X_6-0,096X_7+0,155X_8+0,219X_9$	$-0,127X_1+0,060X_2-0,149X_3+0,040X_4-0,256X_5-0,016X_6+0,592X_7+0,603X_8+0,405X_9$	49,0 dan 20,5	4,896 dan 1,696
Tangkas Wanaraja	$0,339X_1+0,351X_2+0,351X_3+0,341X_4+0,331X_5+0,350X_6+0,259X_7+0,167X_8+0,270X_9$	$-0,089X_1-0,063X_2-0,100X_3-0,238X_4-0,066X_5-0,103X_6+0,082X_7+0,864X_8+0,374X_9$	71,6 dan 9,3	7,160 dan 0,929
Pedaging Wanaraja	$0,393X_1+0,388X_2+0,262X_3+0,380X_4+0,260X_5+0,294X_6+0,294X_7+0,067X_8+0,277X_9$	$0,070X_1+0,017X_2-0,412X_3+0,073X_4+0,281X_5-0,377X_6-0,089X_7+0,747X_8+0,374X_9$	53,8 dan 11,0	5,384 dan 1,095
Tangkas Ciomas	$0,327X_1+0,361X_2+0,368X_3+0,311X_4+0,463X_5+0,063X_6+0,210X_7+0,050X_8+0,229X_9$	$0,071X_1-0,181X_2-0,086X_3-0,286X_4-0,019X_5+0,059X_6-0,463X_7+0,723X_8+0,348X_9$	39,0 dan 12,8	3,896 dan 1,284
Pedaging Cinagara	$0,332X_1+0,337X_2+0,363X_3+0,380X_4+0,396X_5+0,247X_6+0,082X_7+0,272X_8+0,151X_9$	$0,196X_1+0,362X_2+0,045X_3-0,133X_4-0,157X_5+0,187X_6+0,507X_7-0,266X_8-0,651X_9$	48,0 dan 12,6	4,804 dan 1,251

X_1 = tinggi pundak; X_2 = panjang badan; X_3 = lebar dada; X_4 = dalam dada; X_5 = lingkar dada; X_6 = panjang tengkorak; X_7 = lebar tengkorak; X_8 = panjang ekor; X_9 = lebar ekor

Tabel 2. Rangkuman penciri ukuran dan bentuk domba garut tipe pedaging garut tipe tangkas dan persilangannya

Kelompok domba Garut	Penciri Ukuran dan Korelasi terhadap Skor Ukuran	Penciri Bentuk dan korelasi terhadap skor bentuk
Margawati	Panjang badan (positif)	Lebar ekor (positif)
Tangkas Sukawening	lebar dada (positif)	Panjang ekor (negatif)
Pedaging Sukawening	Tinggi pundak(positif)	Panjang ekor (positif)
Tangkas Wanaraja	Panjang badan (positif), lebar dada (positif)	Panjang ekor (positif)
Pedaging Wanaraja	Tinggi pundak (positif)	Panjang ekor (positif)
Tangkas Ciomas	Lingkar dada (positif)	Panjang ekor (positif)
Pedaging Cinagara	Lingkar dada (positif)	Lebar ekor (negatif)

Tabel 3. Rangkuman hubungan genetik antara domba garut tipe pedaging garut tipe tangkas dan persilangannya

Antara kelompok	Margawati	Tangkas Sukawening	Pedaging Sukawening	Tangkas Wanaraja	Pedaging Wanaraja	Tangkas Ciomas	Pedaging Cinagara
Margawati (M)	0						
Tangkas Sukawening (TS)	-	0					
Pedaging Sukawening (PS)	-	+	0				
Tangkas Wanaraja (TW)	-	+	+	0			
Pedaging Wanaraja (PW)	-	+	+	+	0		
Tangkas Ciomas (TC)	-	+	+	+	+	0	
Pedaging Cinagara (PCn)	+	-	-	-	-	-	0

+ ada hubungan (berkerabat dekat); - tidak ada hubungan (berkerabat jauh)

Hal yang sama juga ditemukan antara kelompok domba pedaging Wanaraja dan pedaging Sukawening; juga antara tangkas Wanaraja dan pedaging Sukawening. Kelompok domba tangkas Sukawening juga berkerabat dekat dengan tangkas Wanaraja. Hal yang sama juga ditemukan antara kelompok domba tangkas Sukawening dan pedaging Wanaraja. Domba Margawati mempunyai kesamaan genetik yang tinggi dengan domba Cinagara, hal ini dimungkinkan sama-sama merupakan domba persilangan antara tipe pedaging dengan tipe tangkas.

Kesimpulan

Parameter tubuh panjang badan, lingkaran dada, lebar dada dan tinggi pundak mempunyai dampak terhadap bervariasinya skor ukuran pada tipe domba Garut, sedangkan panjang ekor dan lebar ekor mempunyai dampak terhadap score bentuk. Tumpang tindih kerumunan data domba yang diamati disebabkan sumber genetik yang sama yaitu domba Garut. Kelompok domba pedaging Sukawening dan tangkas Sukawening berkerabat dekat, begitu pula antara kelompok domba tangkas dan pedaging Wanaraja. Kedua kelompok domba ini sebagai sumber aliran genetik dari kelompok domba tangkas Ciomas.

Kekerabatan dekat ditemukan diantara kelompok domba tangkas Sukawening,

pedaging Sukawening, tangkas Wanaraja, pedaging Wanaraja dan tangkas Ciomas. Kekerabatan dekat juga ditemukan antara domba Margawati dan domba pedaging Cinagara. Domba tangkas Ciomas berkerabat dekat dengan domba tangkas dan pedaging Sukawening dan terhadap domba tangkas dan pedaging Wanaraja.

Aliran genetik diduga terjadi dari kelompok domba Margawati ke domba pedaging Cinagara; dan dari kelompok domba Sukawening dan Wanaraja ke kelompok domba tangkas Ciomas.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kementrian Riset dan Teknologi Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini melalui Program RUT XII No.12/Perj/Dep.III/RUT/PPKI/II/2005.

Daftar Pustaka

- Adeyinka IA and ID Mohammed. 2006. Relationship of liveweight and linear body measurement in two breeds of goat of Northern Nigeria. *J. of Anim. and Vet Advances* 5 (11): 891-893.
- Alade NK, ST Mbap and ID Kwari. 2008. Breed and environmental effects on linear measurement of goats in a semi arid region of Nigeria. *J. of Anim. And Vet. Adv.* 7(6):689-694.

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Garut. 2004. Garut dalam Angka. Badan Pusat Statistik, Garut.
- Everitt BS and G Dunn. 1999. Applied Multivariate Data Analysis. Edward Arnold, London.
- Fajemilehin OKS, and AE Salako. 2008. Body measurement characteristic of the West African Dwarf (WAD) goat in deciduous forest zone of Soutwestern Nigeria, Africa. *J. of Biotech.* 7(14): 2521-2526.
- Gasperzs. 1992. Teknik Analisis dan Penelitian Percobaan Jilid ke-2. Penerbit Tarsito, Bandung.
- Gizaw S, JAM van Arendonk, H Komen, JJ Windig and O Hanotte. 2007. Population structure, Genetic variation and morphological diversity in indigenous sheep of Ethiopia. *Animal Genetics* 37(6): 621-628.
- Gizaw S, H Komen and JAM van Arendonk. 2008. Selection on Linear Size Trits to Improve Live Weight in Menz Sheep Under Nucleus and Village Breeding Programs. *Livestock Science.* 118:92-98.
- Gunawan A dan RR Noor.2005. Pendugaan nilai heritabilitas bobot lahir dan bobot sapih domba Garut tipe laga. *Med. Peternakan* 29:7-15.
- Gunawan A dan C Sumantri. 2008. Pendugaan nilai campuran fenotifik dan jarak genetik domba Garut dan persilangannya. *J. Pengemb. Peternakan Tropis* 33 (3):176-185.
- Istiqomah L, C Sumantri dan TR Wiradarya. 2006. Performa dan evaluasi genetik bobot lahir dan bobot sapih domba Garut di peternakan Domba Sehat Bogor. *J. Pengemb. Peternakan Tropis* 31(4): 232-242.
- Itty P, P Ankers, J Zinsstag, S Trawally and K Pfister. 1997. Productivity and profitability of sheep production in the Gamba: Implications for livestock development in West Africa. *J. of Int. Agric.* 36: 153-172.
- Janssens S and W Vandepitte. 2003. Genetic Parameters for Body Measurements and Linear Type Traits in Belgian Bleu du Maine, Suffolk and Texel sheep. *Small Rumin. Res.* 54:13-24.
- Mansjoer SS, T Kertanugraha dan C Sumantri. 2007. Estimasi jarak genetik antar domba Garut tipe tangkas dengan tipe pedaging. *Med. Peternakan* 30:129-138.
- Nishida T, K Nozawa, T Hashiguchi and S S Mansjoer. 1982. Body Measurement and Analysis of External Genectic Characters of Indonesian Native Fowl. In: The Origin and Phylogeny of Indonesian Native Livestock :75-83.
- Otoikhian CSO, AM Otoikhian, OP Akporhwarho and C Isidahomen. 2008. Correlation of body weight and some body measurement parameters in Ouda Sheep under extensive management System. *Africa. J. of General Agric.* 4(3): 129-133.
- Riva J, R Rizzi, S Marelli and LG Cavalchini. 2003. Body Measurements in Bergamasca Sheep. *Small Rumin. Res.* 55:221-227.
- Salako AE. 2006^a. Application of morphological indices in the assessment of type and function in sheep. *Int. J. Morphol.* 24(1): 13-18.
- Salako AE. 2006^b. Principal component factor analysis of the morphostructure of immature Uda sheep. *Int. J. Morphol.* 24(4): 571-774.
- Shrestha JNB. 2004. Conserving Domestic Animal Diversity Among Composite Herds. *Small Rumin.Res.* 56: 3-20
- Sumantri C, A Einstiana, JF Salamena dan I Inounu. 2007. Keragaan dan hubungan phylogenik antar domba lokal di Indonesia melalui pendekatan analisis morfologi. *JITV.* 12(1):42-54.