

## Karakterisasi Morfometrik dan Jarak Genetik Rumpun-Rumpun Kelinci di Jawa Barat

(MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION AND GENETIC DISTANCE  
OF RABBIT BREEDS IN WEST JAVA)

Rudi Dedi Iskandar<sup>1</sup>, Bram Brahmantiyo<sup>2</sup>, Rudi Priyanto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dinas Peternakan Provinsi Jawa Barat  
Jl. Ir. H. Juanda No. 358, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

<sup>2</sup>Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Ciawi Bogor 16002

<sup>3</sup>Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan,  
Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor;  
telp/fax : 022 2501151; E-mail : rudi.deis@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengkaji karakteristik morfometrik, hubungan kekerabatan, dan peubah pembeda antar rumpun kelinci yang dipelihara di Jawa Barat. Penelitian menggunakan 419 ekor kelinci terdiri dari kelinci *Angora* (AG), *Dutch* (DT), *Flemish Giant* (FG), *Lop* (LP), *Netherland Dwarf* (ND), Persilangan (PX), *Rex* (RX), *Satin* (ST), Reza (XA) dan *New Zealand White* (ZW). Peubah yang diamati yaitu panjang kepala (PK), lebar kepala (LK), panjang telinga (PTL), lebar telinga (LTL), lebar dada (LD), dalam dada (DD), lingkaran dada (LKD), panjang badan (PB), lebar panggul (LP), panjang tulang *scapula* (PS), *humerus* (PH), *radius-ulna* (PRU), *femur* (PF) dan *tibia* (PT). Data ukuran tubuh dianalisis dengan analisis ragam, analisis diskriminan dan analisis kanonik menggunakan program SAS ver. 9.1.3 serta program MEGA5 untuk mendapatkan pohon fenogram. Ukuran morfologi kelinci FG dan ST lebih besar dibandingkan dengan kelinci lainnya, sedangkan kelinci ND memiliki morfologi paling kecil dibandingkan rumpun lainnya, kecuali untuk ukuran LK, LD dan DD. Hasil analisis diskriminan menunjukkan bahwa kelinci LP, RX, ND dan XA memiliki nilai kesamaan yang tinggi (72,58-100%) sedangkan kelinci ZW, AG, PX, ST, FG dan DT sebaliknya (1,72%-40,91%). Nilai matrik jarak genetik terdekat ditunjukkan oleh rumpun PX-ZW (1,53) dan jarak genetik terjauh ditunjukkan oleh rumpun FG-ND (6,62). Konstruksi pohon fenogram memperlihatkan rumpun kelinci terbagi kedalam lima klaster yaitu klaster ND, DT; klaster ST; klaster FG; klaster LP, PX, ZW dan klaster AG, XA, RX. Ukuran fenotipik yang memberikan pengaruh kuat terhadap peubah pembeda rumpun kelinci adalah PTL, LTL, PRU, PH, PF pada kanonik 1 serta PT dan PS pada kanonik 2.

Kata-kata kunci: karakteristik morfometrik, jarak genetik, rumpun kelinci

### ABSTRACT

The objectives of this study were to assess morphometric characteristics, breeds relationship and variables that distinguished among breeds of rabbits raised in West Java. This research used 419 rabbits consisted of *Angora* (AG), *Dutch* (DT), *Flemish Giant* (FG), *Lop* (LP), *Netherland Dwarf* (ND), Composite (PX), *Rex* (RX), *Satin* (ST), Reza (XA) and *New Zealand White* (ZW). Head length (PK), head width (LK), ear length (PTL), ear width (LTL), chest width (LD), chest depth (DD), chest circumference (LKD), body length (PB), hips width (LP), length of the scapula bone (PS), humerus length (PH), radius-ulna length (PRU), femur length (PF) and tibia length (PT) were observed. Data were analyzed with analysis of variance, discriminant and canonical analysis using SAS program ver. 9.1.3 and MEGA5 program to get the construction of phenogram tree. FG and ST rabbits were generally larger in size and shape than the other rabbits breeds, while ND rabbit had the smallest morphological size than other rabbits breeds, except for LK, LD and DD. Results of discriminant analysis showed that LP, RX, ND and XA had a high similarity value, otherwise DT, FG, ST, PX, AG and ZW had no the value. The closest genetic distance matrix value indicated by PX-ZW breeds (1,53) and the farthest genetic distance indicated by FG-ND breeds (6,62). Phenogram tree construction showed that the breeds rabbits divided into five clusters, namely cluster ND, DT; ST clusters; FG cluster; cluster LP, PX, ZW and cluster AG, XA, RX. Phenotypic size that had strong influence on the differentiation of rabbit breeds were PTL, LTL, PRU, PH and PF on the canonical 1 also PT and PS on canonical 2.

Keywords: morphometric characteristics; genetic distance; rabbit breed

## PENDAHULUAN

Penyediaan daging asal ternak untuk memenuhi standar kecukupan pangan identik dengan upaya peningkatan produktivitas ternak. Ternak sapi, kerbau, domba, kambing, babi, dan unggas merupakan komoditas ternak yang terus dipacu produktivitasnya dalam upaya pemenuhan kebutuhan protein hewani. Namun, sampai sejauh ini masih belum bisa memenuhi harapan. Salah satu upaya yang patut dikembangkan untuk menjawab tantangan tersebut adalah dengan meningkatkan penganekaragaman komoditas ternak penghasil daging. Jenis ternak yang dapat dikembangkan harus mempunyai potensi biologi dan ekonomi tinggi. Salah satu jenis ternak yang dapat memenuhi syarat tersebut adalah ternak kelinci.

Populasi kelinci di Jawa Barat dari tahun 2011 sampai 2013 berurutan adalah 171.880 ekor, 282.553 ekor, dan 318.436 ekor (Disnak Jabar, 2014). Kontributor terbesar terhadap populasi kelinci, berasal dari wilayah sentra kelinci seperti Bandung dan Bandung Barat. Populasi kelinci cenderung naik dari tahun ke tahun, namun apabila dibandingkan dengan potensi biologinya maka jumlah tersebut masih sangat rendah.

Ternak kelinci bila dibandingkan dengan komoditas ternak lainnya belum banyak mendapatkan perhatian, baik dalam hal manajemen, produktivitas maupun reproduksi. Hal tersebut menyebabkan program pengembangan ternak kelinci belum terarah dan terencana. Kelinci yang dikembangkan masyarakat sebagian besar tidak ditujukan sebagai ternak penghasil daging. Kelinci banyak dipelihara sebagai hewan kegemaran (hias), penghasil kulit, dan penghasil pupuk. Rumpun kelinci pedaging yang berkembang di Jawa Barat sebagian besar didatangkan dari luar negeri seperti *New Zealand White*, *Flemish Giant*, dan *Rex*. Pemuliabiakan yang tidak terencana, proses adaptasi terhadap iklim maupun pakan yang berbeda menyebabkan performans kelinci-kelinci tersebut menurun jika dibandingkan dengan rumpun murni di negara asalnya (Raharjo dan Brahmantiyo, 2014). Keterbatasan informasi dan belum adanya perhatian terhadap pemuliabiakan rumpun kelinci berimbang pada belum tersedianya rumpun kelinci khusus penghasil daging. Rumpun kelinci yang dibudidayakan sebagai ternak penghasil daging merupakan

hasil persilangan dari rumpun-rumpun kelinci yang telah ada.

Penyusunan program pemuliabiakan untuk meningkatkan mutu genetik pada ternak umumnya membutuhkan informasi struktur genetik. Informasi dasar yang bisa diperoleh dengan sederhana sebagai salah satu prasyarat untuk peningkatan mutu genetik adalah pengetahuan mengenai karakter morfologi kelinci dari rumpun dan populasi yang berbeda (Ajayi dan Oseni, 2012). Analisis morfometrik merupakan metode yang mudah dan tidak mahal untuk melakukan karakterisasi ukuran tubuh dan menduga jarak genetik ternak (Handiwirawan *et al.*, 2011).

Penelitian mengenai morfometrik pada ternak kelinci untuk menduga jarak genetik dilaporkan oleh beberapa peneliti sebelumnya (Brahmantiyo *et al.*, 2006; Brahmantiyo 2008; Setiaji *et al.*, 2012; Ajayi dan Oseni, 2012; Pinem *et al.*, 2013). Penelitian-penelitian mengenai morfologi kelinci khususnya di Jawa Barat masih terbatas pada lokasi Kabupaten Bogor (Brahmantiyo *et al.*, 2006). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji keragaman morfometrik, menduga jarak genetik dan menentukan peubah yang dapat membedakan rumpun kelinci yang berkembang di Jawa Barat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan informasi dasar sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan kebijakan pemuliaan ternak kelinci.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Ternak Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari-Maret 2015. Data morfometrik kelinci diperoleh dari peternakan rakyat di Kabupaten Bandung dan Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. Penentuan lokasi penelitian menggunakan *purposive sampling* berdasarkan pertimbangan kepadatan populasi. Pengamatan morfometrik dilakukan terhadap 419 ekor rumpun kelinci dewasa umur 12 bulan tanpa dibedakan jenis kelamin. Taylor *et al.* (1977) berpendapat bahwa tidak terdapat dimorfisme seksual pada kelinci sampai umur 12 bulan. Kelinci terdiri dari rumpun *Angora* (AG, 83 ekor), *Dutch* (DT, 22 ekor), *Flemish Giant* (FG, 22 ekor), *Lop* (LP, 62 ekor), *Netherland Dwarf* (ND, 11 ekor), Persilangan (PX, 126 ekor), *Rex* (RX, 9 ekor), *Satin* (ST, 12 ekor), Reza (XA, 14 ekor), dan *New Zealand White* (ZW, 58 ekor).

## Peubah yang Diamati

Pengamatan morfometrik dilakukan dengan mengikuti metode yang dilakukan Brahantiyo (2008) dengan modifikasi yaitu terdiri dari peubah panjang kepala (PK), lebar kepala (LK), panjang telinga (PTL), lebar telinga (LTL), lebar dada (LD), dalam dada (DD), lingkaran dada (LKD), panjang badan (PB), lebar panggul (LP), panjang tulang *scapula* (PS), *humerus* (PH), *radius-ulna* (PRU), *femur* (PF) dan *tibia* (PT). Pengamatan dibantu alat jangka sorong digital (mm) dan pita ukur (cm).

## Analisis data

Data morfometrik kelinci dianalisis untuk mengetahui perbedaan ukuran dari bagian tubuh kelinci dengan menggunakan *General Linier Model* (GLM). Nilai rata-rata ukuran tubuh antar rumpun kelinci dibandingkan dengan *Duncan Multiple Range Test*. Penentuan hubungan kekerabatan kelinci di dalam dan antar rumpun menggunakan fungsi diskriminan sederhana (Manly, 1989). Fungsi diskriminan yang digunakan melalui pendekatan jarak Mahalanobis sesuai dengan metode yang dilakukan oleh Nei (1987).

Prosedur PROC DISCRIM dari SAS ver. 9.1.3 digunakan untuk membantu proses analisis statistika *Mahalanobis*. Hasil perhitungan jarak kuadrat kemudian dilakukan pengakaran terhadap hasil jarak genetik yang didapat. Hasil perhitungan pengakaran tersebut dianalisis menggunakan perangkat lunak *Molecular Evolutionary Genetics Analysis* (MEGA) 5 (Tamura *et al.*, 2011) untuk mendapatkan konstruksi pohon fenogram mengikuti metode Kumar *et al.* (2001). Teknik pembuatan pohon fenogram dilakukan dengan metode *Unweight Pari Group Method with Arithmetic* (UPGMA) dengan asumsi bahwa laju evolusi antar rumpun/kelompok kelinci adalah sama. Analisis kanonikal dilakukan dengan menentukan nilai kesamaan dan nilai campuran di dalam dan antar rumpun kelinci (Manly, 1989). Analisis tersebut juga digunakan untuk menentukan peubah pembeda yang memiliki pengaruh kuat terhadap terjadinya pengelompokan rumpun kelinci. Prosedur analisis menggunakan perintah PROC CANDISK dari SAS ver. 9.1.3.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Ukuran Linier Tubuh

Pengamatan morfometrik kelinci dilakukan terhadap ukuran dan bentuk tubuh kelinci. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat 10 rumpun kelinci yang umum dipelihara peternak di Kabupaten Bandung dan Bandung Barat. Rumpun kelinci tersebut yaitu *Angora* (AG), *Dutch* (DT), *Flemish Giant* (FG), *Loop* (LP), *Netherland Dwarf* (ND), *Persilangan* (PX), *Satin* (ST), *Reza* (XA), dan *New Zealand White* (ZW). Brahantiyo *et al.* (2007) mengungkapkan bahwa di Lembang, Bandung Barat terdapat delapan rumpun kelinci yang umum dipelihara, yaitu *Flemish Giant*, *Lion*, *Loop*, *New Zealand White*, *Silang*, *Rex*, *Satin* dan *Tan*. Rumpun kelinci yang dipelihara peternak sangat bergantung pada minat atau permintaan pasar atas rumpun-rumpun tertentu.

Hasil pengukuran peubah tubuh kelinci penelitian disajikan pada Tabel 1. Kelinci FG memiliki rata-rata paling tinggi ( $P < 0,01$ ) dibandingkan dengan rumpun lainnya untuk ukuran tubuh PK (12,64 cm); PTL (13,59 cm); LTL (6,47 cm); PH (9,52 cm); PRU (8,95 cm) dan PB (41,97 cm), kecuali untuk ukuran tubuh LK, DD, LKD, LD, PS, PF, PT, dan LPL. Kelinci FG memiliki rata-rata relatif tinggi untuk ukuran tubuh DD, PT, dan LPL dibandingkan dengan rumpun lainnya. Rataan dalam dada (DD) kelinci FG dan XA masing-masing adalah 8,50 cm dan 8,37 cm. Kedua ukuran tersebut tidak berbeda dengan rata-rata ukuran kelinci ST (8,13 cm), tetapi lebih tinggi ( $P < 0,01$ ) bila dibandingkan dengan tujuh rumpun kelinci lainnya. Rataan panjang tulang *tibia* (PT) kelinci FG (12,69 cm) dan ST (12,62 cm) tidak berbeda dengan rata-rata ukuran kelinci ZW (12,21 cm), tetapi lebih panjang ( $P < 0,01$ ) dibandingkan dengan tujuh rumpun kelinci lainnya. Rataan lebar panggul (LPL) dari kelinci FG adalah 8,48 cm. Ukuran tersebut tidak berbeda dengan ukuran kelinci XA (8,23 cm), tetapi lebih tinggi ( $P < 0,01$ ) dibandingkan dengan delapan rumpun kelinci lainnya.

Kelinci ST memiliki rata-rata relatif tinggi untuk ukuran LK, LKD, LD, PS dan PF dibandingkan dengan rumpun kelinci lainnya.

Tabel 1. Rataan ukuran linier tubuh antar rumpun kelinci yang dipelihara di Kabupaten Bandung dan Bandung Barat

Peubah (cm)	Rumpun									
	FG	ZW	ST	RX	PX	AG	XA	LP	DT	ND
PK	12,64±0,95a	12,01±1,14b	11,79±0,87bc	11,71±0,49bc	11,36±0,92cd	11,28±0,74cd	11,26±0,34cd	10,94±0,74d	10,40±0,59e	9,29±0,91f
LK	3,29±0,49a	3,12±0,49ab	3,30±0,31a	3,14±0,19ab	2,95±0,34bc	2,98±0,25bc	3,10±0,21ab	3,03±0,25bc	2,80±0,24c	2,82±0,24c
PTL	13,59±1,33a	12,22±1,06b	10,98±0,76de	10,78±0,47e	12,29±1,03b	11,53±0,80cd	11,05±0,59de	12,05±0,98bc	9,52±0,68f	8,15±1,19g
LTL	6,47±0,76a	5,89±0,71b	5,62±0,58bcd	5,39±0,32de	5,79±0,62bc	5,51±0,46bcde	5,19±0,23e	5,45±0,46cde	4,75±0,43f	3,86±0,66g
DD	8,50±0,84a	7,76±0,94bc	8,13±0,84ab	7,73±0,87bc	7,49±0,80cd	7,81±0,58bc	8,37±0,54a	7,46±0,71cd	7,14±0,68de	6,72±0,61e
LKD	27,49±1,88bc	26,24±2,65cde	29,01±1,66a	26,98±1,73cd	25,67±2,19de	26,78±2,10cde	28,49±1,96ab	25,42±1,78e	25,54±1,99de	22,61±1,97f
LD	6,79±0,86b	6,61±0,90bc	7,30±0,88a	6,86±0,62ab	6,03±0,75de	6,27±0,61cd	6,52±0,57bc	5,88±0,61de	5,87±0,75de	5,75±0,66e
PS	8,36±0,75a	7,85±0,82bc	8,43±0,60a	7,78±0,33bc	7,51±0,56cd	7,76±0,46bc	7,94±0,40b	7,20±0,51de	7,09±0,49e	6,21±0,60f
PH	9,52±0,62a	8,99±0,73b	8,64±0,49b	8,74±0,38b	8,73±0,57b	8,71±0,49b	8,89±0,49b	8,13±0,52c	7,82±0,48c	6,81±0,60d
PRU	8,95±0,77a	8,53±0,69b	8,25±0,41bc	8,02±0,54c	8,26±0,54bc	8,26±0,46bc	8,21±0,49bc	7,62±0,61d	7,23±0,29e	6,48±0,66f
PF	10,44±0,79a	10,24±0,68ab	10,47±0,90a	9,87±0,62b	9,83±0,69b	9,85±0,53b	9,80±0,55b	9,28±0,72c	8,84±0,46d	7,93±0,49e
PT	12,69±0,97a	12,21±1,36ab	12,62±1,18a	11,81±0,77b	11,16±0,90c	11,73±1,00bc	11,18±0,55c	10,49±0,65d	10,46±0,90d	9,08±0,64e
PB	41,97±3,09a	38,23±2,55bc	39,86±2,44b	38,97±2,21bc	37,41±3,58c	38,31±2,56bc	37,70±1,96c	35,18±2,45d	34,12±1,64d	31,06±1,47e
LPL	8,48±0,57a	7,89±0,81bc	7,89±0,58bc	7,60±0,43c	7,86±0,65bc	7,91±0,51bc	8,23±0,53ab	7,66±0,52c	7,77±0,61c	7,08±0,64d

Keterangan : <sup>a-g</sup> Angka-angka pada baris yang sama kemudian diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji selang berganda Duncan). FG=*Flemish Giant*; ZW=*New Zealand White*; ST=*Satin*; RX=*Rex*; PX=*Persilangan*; AG=*Angora*; XA=*Reza*; LP=*Lop*; DT=*Dutch*; ND=*Netherland Dwarf*; PK=Panjang Kepala; LK=Lebar Kepala; PTL=Panjang Telinga; LTL=Lebar Telinga; DD=Dalam Dada; LKD=Lingkar Dada; LD=Lebar Dada; PS=Panjang Tulang *Scapula*; PH=Panjang Tulang *Humerus*; PRU=Panjang Tulang *Radius-Ulna*; PF=Panjang Tulang *Femur*; PT=Panjang Tulang *Tibia*; PB=Panjang Badan; LPL=Lebar Panggul.

Ukuran lebar kepala (LK) dari kelinci ST (3,30 cm) dan FG (3,29 cm) tidak berbeda dengan kelinci RX (3,14 cm); ZW (3,12 cm) dan XA (3,10 cm), tetapi lebih lebar ( $P < 0,01$ ) dibandingkan dengan kelinci LP, AG, PX, ND dan DT. Rataan ukuran lingkaran dada (LKD) dari kelinci ST adalah 29,01 cm. Ukuran tersebut tidak berbeda dengan kelinci XA (28,49 cm), namun lebih tinggi ( $P < 0,01$ ) bila dibandingkan dengan delapan rumpun lainnya. Rataan lebar dada (LD) dari kelinci ST (7,30 cm) tidak berbeda dengan kelinci RX (6,86 cm), akan tetapi lebih lebar ( $P < 0,01$ ) dibandingkan dengan delapan rumpun lainnya. Rataan panjang tulang *scapula* (PS) kelinci ST adalah 8,43 cm. Ukuran tersebut tidak berbeda dengan ukuran kelinci FG (8,35 cm), namun lebih panjang ( $P < 0,01$ ) dibandingkan dengan delapan rumpun lainnya. Rataan panjang tulang *femur* (PF) kelinci ST dan FG adalah 10,47 cm dan 10,44 cm. Kedua ukuran tersebut tidak berbeda dari kelinci ZW (10,24 cm), akan tetapi lebih panjang ( $P < 0,01$ ) dibandingkan dengan tujuh rumpun lainnya.

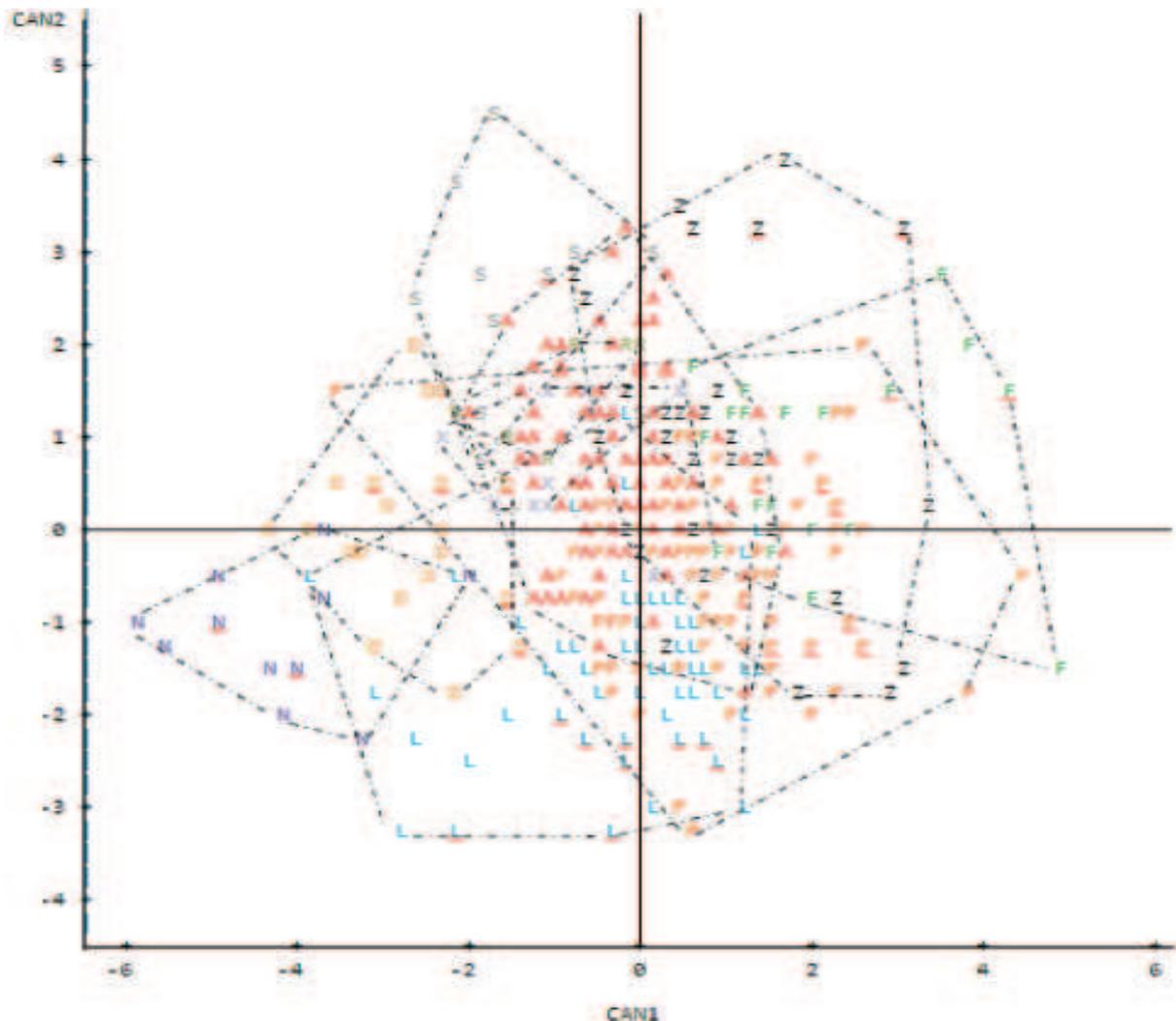
Kelinci ND memiliki rata-rata paling kecil ( $P < 0,01$ ) untuk hampir semua ukuran tubuh seperti PK (9,29 cm); PTL (8,15 cm); LTL (3,86 cm); LKD (22,61 cm); PS (6,21 cm); PH (6,81 cm); PRU (6,48 cm); PF (7,93 cm); PT (9,08 cm); PB (31,06 cm); LPL (7,08 cm), kecuali untuk ukuran LK, LD, dan DD. Rataan ukuran LK kelinci ND dan DT adalah 2,82 cm dan 2,80 cm. Kedua ukuran tersebut tidak berbeda dengan ukuran kelinci PX (2,95 cm), AG (2,98 cm) dan LP (3,03 cm) tetapi lebih kecil ( $P < 0,01$ ) bila dibandingkan dengan kelinci XA, ZW, RX, FG, dan ST. Kelinci ND memiliki ukuran tubuh DD sebesar 6,72 cm. Ukuran tersebut tidak berbeda dengan ukuran tubuh kelinci DT (7,14 cm), namun lebih kecil ( $P < 0,01$ ) bila dibandingkan dengan delapan rumpun kelinci lainnya. Rataan ukuran tubuh LD dari kelinci ND adalah 5,75 cm. Ukuran tersebut tidak berbeda dengan ukuran DT (5,87 cm); LP (5,88 cm) dan PX (6,03 cm), tetapi lebih kecil ( $P < 0,01$ ) bila dibandingkan dengan enam rumpun kelinci lainnya.

Pengamatan terhadap ukuran-ukuran tubuh kelinci penelitian memperlihatkan adanya perbedaan yang cukup menonjol. Rumpun kelinci FG dan ST secara umum memperlihatkan ukuran tubuh lebih besar dibandingkan dengan rumpun lainnya. Kelinci FG sebagaimana dikemukakan oleh McNitt *et al.* (2013) merupakan kelinci yang memiliki kerangka tubuh besar dengan bobot dewasa di atas 5,9 kg. Bobot dewasa yang besar mem-

butuhkan penopang tubuh berupa kerangka dan pertulangan yang besar. Kelinci ST merupakan kelinci tipe sedang dengan bobot dewasa berkisar antara 4,3 sampai 4,5 kg (McNitt *et al.*, 2013). Proses perkawinan yang relatif terkontrol oleh peternak pada kelinci ST menyebabkan performans ukuran dan bentuk tubuh kelinci ST masih terjaga dan lebih besar dibandingkan rumpun lainnya. Rumpun kelinci ND merupakan rumpun kelinci dengan ukuran tubuh paling kecil dibandingkan dengan rumpun lainnya. Kelinci ND merupakan kelinci dengan kondisi tubuh kerdil. McNitt *et al.* (2013) menyatakan bahwa kondisi kerdil merupakan sifat kualitatif yang dipengaruhi oleh satu atau beberapa pasang gen. Kondisi kerdil pada kelinci ND merupakan ekspresi alel *Dw*, sedangkan kondisi tubuh normal diekspresikan oleh alel *dw*.

Perbedaan dan kesamaan ukuran dan bentuk tubuh kelinci bersifat spesifik sesuai dengan rumpun dan fungsi kelinci tersebut. Brahmantiyo (2008) menyatakan bahwa ukuran dan bentuk tubuh merupakan ekspresi fenotipik yang dipengaruhi faktor genetik ternak dengan ukuran yang spesifik sesuai galur kelinci. Bourdon (2000) lebih lanjut menjelaskan bahwa perbedaan ukuran-ukuran linier tubuh yang ditemukan antar rumpun kelinci pada prinsipnya dipengaruhi faktor genetik, lingkungan, dan interaksi antara keduanya. Rumpun kelinci ZW, PX, AG, LP, DT, RX, dan XA terdapat banyak kesamaan ukuran-ukuran tubuh, sehingga ukuran tubuh kelinci-kelinci tersebut berada di antara kelinci FG, ST, dan ND. Salah satu kemungkinan faktor yang memengaruhinya adalah proses persilangan di antara rumpun-rumpun tersebut. Terbatasnya rumpun kelinci yang sejenis merupakan alasan yang banyak dikemukakan oleh para peternak untuk melakukan persilangan. Menurut Lukefahr dan Cheeke (1990) tujuan persilangan yang dilakukan peternak di negara berkembang dengan iklim tropis adalah mengharapkan terjadinya pengaruh heterosis terhadap penampilan kelinci sesuai keinginan, yang merupakan gabungan beberapa jenis kelinci dan memiliki kemampuan fisiologis untuk beradaptasi terhadap lingkungan.

Hasil analisis diskriminan berupa plot sebaran ukuran morfologi disajikan pada Gambar 1. Plot sebaran ukuran morfologi memberikan interpretasi visual perbedaan ukuran dan bentuk tubuh dari rumpun yang berbeda melalui sebuah ilustrasi grafik. Hasil analisis diskriminan menunjukkan bahwa



Gambar 1. Penyebaran ukuran morfologis antar rumpun kelinci yang dipelihara di Kabupaten Bandung dan Bandung Barat. A=Angora; D=Dutch; F=Flemish Giant; L=Lop; N=Netherland Dwarf; P=Persilangan; R=Rex; S=Satin; X=Reza; Z=New Zealand White.

adanya pengelompokan rumpun kelinci berdasarkan ukuran morfologi. Secara umum terlihat bahwa kelinci FG dan ST memiliki ukuran morfologi relatif besar dengan sebaran dominan di daerah kuadran II dan III (FG) serta kuadran I dan II (ST). Hasil tersebut serupa dengan temuan Brahmantiyo (2008) yang melaporkan hasil analisis diskriminan pada empat rumpun kelinci (*English Spot, Flemish Giant, New Zealand White, dan Rex*) menunjukkan kelinci FG memiliki wilayah sebaran dominan pada kuadran II dan III. Rumpun kelinci dengan wilayah sebaran relatif sempit ditunjukkan oleh ND (IV), RX (I), DT (I, IV), XA (I,II). Rumpun ND tampak jauh memisahkan diri dari rumpun lainnya walaupun masih terdapat irisan dengan DT dan

LP. Rumpun PX, ZW, AG, dan LP tampak saling beririsan dan bersinggungan dengan rumpun lainnya dengan wilayah sebaran cukup luas mencakup semua kuadran (I-IV). Secara keseluruhan wilayah sebaran setiap rumpun kelinci menunjukkan adanya persinggungan dan irisan. Suparyanto *et al.* (1999) menjelaskan bahwa persinggungan yang cukup dalam di antara kelompok atau rumpun mencerminkan adanya kemiripan ukuran fenotipik.

**Nilai Campuran Fenotip Antar Rumpun**

Pengamatan ukuran dan bentuk tubuh antar rumpun kelinci menggunakan analisis fungsi diskriminan menghasilkan pengelompokan berdasarkan persentase nilai kesamaan dan campuran di dalam rumpun dan antar

rumpun sebagaimana disajikan pada Tabel 2. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat empat rumpun kelinci memiliki nilai kesamaan di dalam rumpun yang relatif tinggi, yaitu kelinci LP, RX, ND, dan XA, sedangkan enam rumpun lainnya yaitu DT, FG, ST, PX, AG, dan ZW memiliki nilai kesamaan di dalam rumpun yang relatif rendah atau memiliki nilai campuran antar rumpun yang relatif tinggi. Agung *et al.* (2014) berpendapat bahwa rumpun ternak yang mempunyai nilai kesamaan yang tinggi menjelaskan bahwa campuran gen dari populasi rumpun yang lainnya cukup rendah. Kemudian diperjelas oleh pernyataan Suparyanto *et al.* (1999) bahwa nilai persamaan ukuran morfometrik tubuh ternak yang

ditemukan antar rumpun merupakan cerminan dari besarnya campuran antara rumpun tersebut, baik oleh adanya kebijakan peternak dalam pengambilan keputusan perkawinan maupun yang terjadi secara alami.

Kelinci DT dipengaruhi oleh campuran kelinci ND (22,73%), XA (22,73%) dan RX (13,64%). Kelinci DT dan ND merupakan jenis kelinci dengan ukuran dan bentuk tubuh kecil. Percampuran kedua rumpun tersebut dimungkinkan melalui perkawinan untuk mempertahankan ukuran tubuhnya yang kecil dengan tujuan pemeliharaan sebagai kelinci hias. Kelinci DT yang dipengaruhi campuran kelinci RX dan XA, berkaitan dengan tujuan untuk menghasilkan daging. Kelinci ND

Tabel 2. Nilai kesamaan dan campuran di dalam dan antar rumpun kelinci yang dipelihara di Kabupaten Bandung dan Bandung Barat

Rumpun	AG	DT	FG	LP	ND	PX	RX	ST	XA	ZW
	%									
AG	9,64	0	0	10,84	0	3,61	19,28	2,41	54,22	0
DT	0	40,91	0	0	22,73	0	13,64	0	22,73	0
FG	9,09	0	45,45	4,55	0	4,55	9,09	0	22,73	4,55
LP	0	1,61	0	72,58	4,84	1,61	1,61	0	17,74	0
ND	0	9,09	0	0	90,91	0	0	0	0	0
PX	3,17	0,79	7,14	32,54	0	18,25	10,32	0	27,78	0
RX	0	0	0	0	0	0	77,78	0	22,22	0
ST	0	0	0	0	0	0	25,00	33,33	41,67	0
XA	0	0	0	0	0	0	0	0	100,0	0
ZW	8,62	0	3,45	15,52	0	13,79	37,93	1,72	17,24	1,72

Keterangan : FG=*Flemish Giant*; ZW=*New Zealand White*; ST=*Satin*; RX=*Rex*; PX=*Persilangan*; AG=*Angora*; XA=*Reza*; LP=*Lop*; DT=*Dutch*; ND=*Netherland Dwarf*

Tabel 3. Nilai matrik jarak genetik antar rumpun kelinci yang dipelihara di Kabupaten Bandung dan Bandung Barat

Rumpun	AG	DT	FG	LP	ND	PX	RX	ST	XA	ZW
AG		2,64	2,55	2,33	4,74	1,67	1,81	2,69	1,56	1,60
DT			4,81	3,17	2,83	3,39	2,69	3,48	2,55	3,58
FG				3,18	6,62	2,24	3,33	4,25	3,32	2,00
LP					4,45	1,72	3,13	4,16	2,90	2,49
ND						5,22	4,29	5,10	4,62	5,30
PX							2,75	4,03	2,54	1,53
RX								2,34	2,20	2,07
ST									2,99	3,32
XA										2,60
ZW										

Keterangan : FG=*Flemish Giant*; ZW=*New Zealand White*; ST=*Satin*; RX=*Rex*; PX=*Persilangan*; AG=*Angora*; XA=*Reza*; LP=*Lop*; DT=*Dutch*; ND=*Netherland Dwarf*

memiliki persentase nilai kesamaan di dalam rumpun yang tinggi (90,91%). Kelinci ND merupakan kelinci yang dikembangkan untuk tujuan hias dan kontes, sehingga perkawinan di luar sesama jenisnya relatif jarang terjadi.

Kelinci ST (33,33%) ukuran fenotipiknya dipengaruhi oleh XA (41,67%) dan RX (25,00%). Kelinci RX ukuran dan bentuk tubuhnya dipengaruhi oleh campuran XA (22,22%), sedangkan kelinci XA nilai kesamaannya dalam rumpun masih terjaga sangat baik (100%). Kelinci ST, RX, dan XA merupakan kelinci penghasil daging dan kulit rambut berkualitas tinggi. Ukuran morfometrik ketiga kelinci ini saling memengaruhi akibat proses perkawinan yang dilakukan di antara rumpun-rumpun kelinci tersebut. Menurut Prasetyo (1999) kelinci ST dan RX merupakan materi yang digunakan untuk pembentukan kelinci XA dengan tujuan menghasilkan kulit rambut yang halus dan mengkilap. Tingginya campuran XA terhadap ST membuat nilai kesamaan ukuran tubuh ST lebih mirip dengan XA. Rendahnya minat peternak memelihara rumpun kelinci ST berakibat pada terbatasnya populasi ST untuk proses perkawinan, hal tersebut merupakan salah satu penyebab terjadinya percampuran dengan RX dan XA. Pola yang sama juga ditemukan pada laporan Brahmantiyo (2008), bahwa kelinci ST dipengaruhi oleh RX (22,73%) dan XA (4,55%), namun nilai kesamaan ukuran fenotipik di dalam rumpun ST masih tinggi (72,73%).

Kelinci RX dan XA memiliki persentase nilai kesamaan ukuran fenotipik yang tinggi, masing-masing 77,78% dan 100%. Peternak memiliki kecenderungan untuk melakukan perkawinan dengan rumpun yang sejenis karena kedua kelinci tersebut memiliki nilai ekonomi tinggi pada kulit rambutnya. Persentase nilai kesamaan yang tinggi menurut Brahmantiyo (2008) didukung faktor lainnya seperti karakter kulit rambut RX dan XA sangat mudah diidentifikasi karena menyerupai karpet atau beludru, sehingga memudahkan dalam kontrol perkawinannya.

Kelinci FG memiliki nilai kesamaan sebesar 45,45% dipengaruhi nilai campuran dari XA (22,73%), RX (9,09%), AG (9,09%), LP (4,55%), PX (4,55%), dan NZ (4,55%). Nilai kesamaan kelinci FG tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan laporan Brahmantiyo (2008) pada kelinci FG (42,50%) yang dipelihara peternak di Magelang. Campuran pada FG yang tinggi karena FG merupakan kelinci tipe besar

yang banyak dimanfaatkan untuk meningkatkan performans rumpun kelinci lain. Kelinci FG sangat disukai untuk disilangkan dengan rumpun lainnya, karena secara genetik dapat memperbaiki pertumbuhan rumpun kelinci lainnya. Terbatasnya populasi FG dan pemuliaan yang tidak terkontrol, menyebabkan persilangan FG dengan hasil perkawinan FG dan rumpun lainnya sering terjadi. Kelinci LP memiliki nilai kesamaan yang tinggi 72,58%, dipengaruhi oleh nilai campuran XA (17,74%), ND (4,84%), PX (1,61%), DT (1,61%), dan RX (1,61%). Kelinci LP merupakan kelinci jenis hias dan kontes dengan ciri khas telinga jatuh menggantung (*lop*) dan rambut panjang serta halus. Perkawinan antara sesama kelinci LP oleh peternak bertujuan untuk mempertahankan karakteristik kelinci LP.

Kelinci PX, AG, dan ZW merupakan kelinci yang memiliki nilai kesamaan dalam rumpun yang sangat rendah dengan persentase masing-masing 18,25%, 9,64%, dan 1,72%. Hal tersebut menunjukkan bahwa ketiga rumpun kelinci yang dibudidayakan peternak sudah tidak mencerminkan karakteristik rumpun aslinya. Kelinci PX merupakan kelinci hasil persilangan dari rumpun-rumpun kelinci tanpa pola yang jelas. Terbentuknya kelinci PX adalah untuk menghasilkan ternak *terminal cross* dengan tujuan menghasilkan daging dan kelinci anakan hias yang bervariasi fenotipnya. Brahmantiyo *et al.* (2007) menjelaskan bahwa kelinci persilangan merupakan kelinci yang penampilannya tidak spesifik dengan rumpun kelinci yang ada, sebagian besar kelinci tersebut banyak diperjualbelikan dalam keadaan hidup pada umur 21–28 hari sebagai kelinci hias. Kelinci PX dipengaruhi oleh campuran kelinci LP, XA, RX, AG, FG, dan DT. Bervariasinya fenotipe PX menyebabkan PX dikenal masyarakat dengan nama beragam seperti kelinci topeng, kelinci bligon, kelinci hybrid, dan kelinci gibas.

Kelinci AG merupakan kelinci tipe hias yang banyak digemari masyarakat, karena rambutnya yang panjang dan halus. Kelinci AG mendapat pengaruh campuran yang tinggi dari XA (54,22%), sehingga ukuran dan bentuk tubuhnya menyerupai kelinci XA. Kemiripan ukuran morfometrik kelinci AG dengan XA diduga bukan karena pengaruh langsung hasil persilangan dengan XA, melainkan karena banyaknya rumpun yang bersilangan dengan AG yang membentuk AG dengan ukuran dan bentuk menyerupai XA.

Kelinci ZW mendapatkan campuran yang

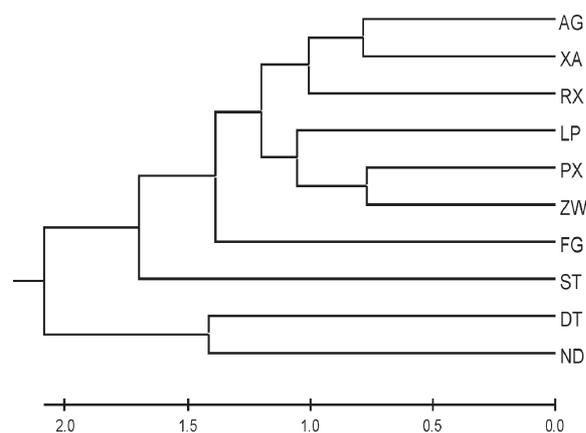
sangat tinggi dari rumpun lainnya seperti RX, XA, LP, PX, AG, FG, dan ST. Campuran kelinci RX yang tinggi (37,93%) terhadap ZW memiliki pola yang sama dengan laporan Brahmaniyo (2008), Kelinci RX mempunyai pengaruh terhadap ZW sebesar 36,36% namun nilai kesamaan ZW masih tinggi dengan nilai 59,09%. Rendahnya nilai kesamaan ZW berdasarkan hasil pengamatan (1,72%) menggambarkan bahwa tingkat campuran akibat persilangan beberapa rumpun terhadap ZW sangat tinggi, sehingga membentuk kelinci ZW seperti yang ada sekarang. Persepsi peternak dalam mengidentifikasi kelinci ZW dengan hanya menggunakan parameter warna rambut putih dan warna mata merah, ikut memengaruhi keputusan penentuan rumpun.

**Pendugaan Jarak Genetik dan Konstruksi Pohon Fenogram**

Hasil pendugaan hubungan kekerabatan antar rumpun kelinci dengan menggunakan data jarak genetik *mahalanobis* disajikan pada Tabel 3. Data jarak genetik selanjutnya digunakan untuk membuat konstruksi pohon fenogram sebagaimana disajikan pada Gambar 2. Jarak genetik dari 10 rumpun kelinci yang diamati berkisar antara 1,53-6,62, menjelaskan bahwa kekerabatan kelinci sangat beragam antara satu rumpun dan rumpun lainnya. Jarak genetik terkecil diperoleh dari rumpun kelinci

PX dengan ZW, sedangkan jarak genetik terbesar ditunjukkan oleh rumpun kelinci FG dengan ND. Nilai matriks jarak genetik menunjukkan bahwa beberapa rumpun kelinci memiliki hubungan kekerabatan yang cukup dekat seperti PX-ZW (1,53), AG-XA (1,56), AG-ZW (1,60), AG-PX (1,67), LP-PX (1,72), dan AG-RX (1,80). Rumpun PX mempunyai jarak genetik yang sangat dekat dengan ZW, LP, AG sehingga fenotipe PX yang berkembang di masyarakat merupakan cerminan sebagian atau kombinasi dari rumpun yang berdekatan tersebut. Pola yang sama juga terjadi pada kelinci ZW, jarak genetik terdekat adalah dengan rumpun kelinci PX dan AG, sedangkan empat rumpun lainnya, yaitu FG, ST, DT, dan ND memiliki jarak genetik cukup jauh dengan rumpun-rumpun lainnya, sehingga tampak berpisah dan berbeda pada konstruksi pohon fenogram.

Konstruksi pohon fenogram menunjukkan bahwa rumpun-rumpun kelinci dengan jarak genetik yang dekat tampak mengelompok tidak berjauhan, sedangkan sebagian rumpun-rumpun lainnya tampak memisahkan diri. Ilustrasi pohon fenogram (Gambar 2) menunjukkan rumpun kelinci terpisah ke dalam lima klaster. Klaster pertama terdiri dari ND dan DT; klaster kedua ST; klaster ketiga FG; klaster keempat terwakili oleh LP, PX, ZW dan klaster kelima terwakili oleh AG, XA, dan RX. Hasil tersebut menunjukkan adanya kesesuaian dengan hasil yang diperoleh dari gambaran sebaran morfologi serta nilai kesamaan dan campuran di dalam dan antar rumpun kelinci yang telah diuraikan sebelumnya. Herrera *et al.* (1996) menyatakan bahwa distribusi pengelompokan rumpun pada pohon fenogram kemungkinan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor perbedaan kemampuan produksi (tujuan produksi) dan faktor perbedaan asal-asul pembentukan rumpun (origins). Perbaikan produktivitas terutama untuk tujuan penghasil daging dapat memanfaatkan hasil penelitian ini. Seleksi ketat dapat digunakan dengan memanfaatkan keragaman pada kelompok-kelompok yang sudah ada. Perkawinan (*outbreeding*) juga dapat dilakukan dengan menambah keragaman pada kelompok yang sudah ada. Hal yang disarankan dan perlu diperhatikan jika melakukan perkawinan kelinci adalah mengawinkan dua kelompok rumpun yang memiliki jarak genetik cukup jauh agar kemungkinan diperolehnya efek heterosis lebih besar. Seperti klaster FG atau



Gambar 2. Pohon fenogram kelinci yang dipelihara di Kabupaten Bandung dan Bandung Barat berdasarkan jarak genetik antar rumpun. FG=*Flemish Giant*; ZW=*New Zealand White*; ST=*Satin*; RX=*Rex*; PX=*Persilangan*; AG=*Angora*; XA=*Reza*; LP=*Lop*; DT=*Dutch*; ND=*Netherland Dwarf*.

ST dengan klaster AG, XA, RX atau klaster ZW, PX, dan LP. Kelinci FG memiliki potensi sebagai tetua pejantan pada rumpun kelinci penghasil daging. McNitt *et al.* (2013) menyatakan persilangan pejantan FG dengan induk ZW bisa meningkatkan performans pertumbuhan dan efisiensi konsumsi pakan dari kelinci pedaging yang dihasilkan. Menurut Brahmantiyo *et al.* (2006) perkawinan kelinci yang memiliki jarak genetik yang dekat tidak memberikan peningkatan ukuran kuantitatif optimal apabila tidak disertai dengan seleksi yang ketat.

### Peubah Pembeda Antar Rumpun Kelinci

Hasil analisis total struktur kanonikal ukuran dan bentuk tubuh beberapa rumpun kelinci disajikan pada Tabel 4. Peubah pembeda antar rumpun kelinci direpresentasikan oleh nilai total struktur kanonik yang tinggi. Menurut Suparyanto *et al.* (1999) nilai total struktur kanonik negatif tidak akurat digunakan sebagai peubah pembeda rumpun kelinci, sebaliknya bila nilai tersebut menunjukkan angka positif mendekati angka satu dapat dijadikan sebagai peubah pembeda. Peubah morfologi yang memberi pengaruh kuat terhadap pembeda antar rumpun kelinci adalah

Tabel 4. Struktur total kanonik ukuran-ukuran tubuh kelinci yang dipelihara di Kabupaten Bandung dan Bandung Barat

Peubah	Kanonik 1	Kanonik 2
Panjang kepala (PK)	0,596	0,442
Lebar kepala (LK)	0,192	0,246
Panjang telinga (PTL)	0,927	-0,073
Lebar telinga (LTL)	0,776	0,189
Dalam dada (DD)	0,260	0,423
Lingkar dada (LKD)	0,148	0,537
Lebar dada (LD)	0,133	0,565
Panjang tulang <i>scapula</i> (PS)	0,420	0,667
Panjang tulang <i>humerus</i> (PH)	0,705	0,514
Panjang tulang <i>radius-ulna</i> (PRU)	0,706	0,512
Panjang tulang <i>femur</i> (PF)	0,602	0,558
Panjang tulang <i>tibia</i> (PT)	0,461	0,745
Panjang badan (PB)	0,515	0,597
Lebar panggul (LP)	0,282	0,263

panjang telinga (0,927), lebar telinga (0,776), panjang tulang *humerus* (0,705), panjang tulang *radius-ulna* (0,706), panjang tulang *femur* (0,602) pada kanonik 1 dan panjang tulang *scapula* (0,667), panjang tulang *tibia* (0,745) pada kanonik 2. Hal tersebut menjelaskan bahwa rumpun kelinci yang diamati dapat dibedakan melalui pengukuran peubah-peubah tersebut.

## SIMPULAN

Rumpun kelinci *Flemish Giant* dan *Satin* memiliki ukuran morfologi lebih besar dibandingkan rumpun lainnya, sedangkan rumpun kelinci *Netherland Dwarf* memiliki ukuran morfologi paling kecil. Jarak genetik antara kelinci Persilangan dengan *New Zealand White* menunjukkan jarak genetik paling dekat, sedangkan jarak jenetik antara kelinci *Flemish Giant* dengan *Netherland Dwarf* menunjukkan jarak genetik paling jauh. Ukuran fenotipik kelinci yang memberikan pengaruh kuat terhadap peubah pembeda rumpun kelinci adalah panjang dan lebar telinga, panjang *scapula*, *humerus*, *tibia* dan *femur*.

## SARAN

Perlu dilakukan pencatatan sederhana terhadap persilangan dan morfologi kelinci yang dipelihara di peternak untuk membantu proses identifikasi kelinci. Penelitian biologi molekuler dibutuhkan untuk mengidentifikasi rumpun kelinci (terutama yang berpotensi sebagai penghasil daging) sebagai upaya memperkuat hasil penelitian ini.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Badan Kepegawaian Daerah Pemerintah Provinsi Jawa Barat yang telah mendanai penelitian ini melalui program tugas belajar untuk peningkatan kapasitas sumber daya aparatur di bidang peternakan sesuai Keputusan Gubernur Jawa Barat No : 826/Kep.1165-BKD/2013.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agung PP, Ridwan M, Handrie, Indriawati, Saputra F, Suprpto, Erinaldi. 2014. Profil morfologi dan pendugaan jarak genetik sapi simmental hasil persilangan *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 19 (2): 112-22.
- Ajayi BA, Oseni SO. 2012. Morphological charaterisation and principal component analysis of body dimensions in Nigerian population of adult rabbits. *World Rabbit Sci* 10: 229-33.
- Bourdon RM. 2000. *Understanding Animal Breeding*. 2<sup>nd</sup> Ed. New Jersey, USA: Prentice-Hall, Inc.
- Brahmantiyo B, Martojo H, Mansjoer SS, Raharjo YC. 2006. Pendugaan jarak genetik kelinci melalui analisis morfometrik. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 11(3): 206-214.
- Brahmantiyo B, Raharjo YC, Murtisar T. 2007. Karakterisasi produktivitas kelinci di lapang sebagai sumber plasma nutfah ternak Indonesia (productive charachterization of rabbit as a source of germ plasm in indonesia), Dalam : Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor. Hlm. 744-753.
- Brahmantiyo B. 2008. Kajian potensi genetik ternak kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) di Bogor, Jawa Barat dan di Magelang, Jawa Tengah. (Disertasi). Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Disnak Jabar/Dinas Peternakan Provinsi Jawa Barat. 2014. Buku Statistik Peternakan 2013. Bandung. Dinas Peternakan Provinsi Jawa Barat.
- Handiwirawan E, Noor RR, Sumantri C, Subandriyo. 2011. The differentiation of sheep breed on the body measurement. *J Indon Trop Anim Agric* 36(1): 1-8.
- Herrera M, Rodero E, Gutierrez MJ, Pena F, Rodero JM. 1996. Application of multifactorial discriminant analysis in the morphostructural differntiation of Andalusian caprine breeds. *Small Rum Res* 22:39-47
- Kumar S, Tamura K, Jakobsen IB, Nei M. 2001 MEGA2 : Molecular evolutionary genetic parameters associated with meat production traits in rabbits. *Abstract Animal Breeding*. 54(9): 725-749.
- Lukefahr SD, Cheeke PR. 1990. Rabbit project planning strategies for developing countries (1) Practical considerations (internet). (diunduh 2015 June 12); *Livestock Research for Rural Development*. Volume 2, Article #22. Alabama (US). Tersedia pada: <http://www.lrrd.org/lrrd2/3/cheeke1.htm>
- Manly BFJ. 1989. *Multivariate Statistical Methods. A Primer*. London : Chapman and Hall Ltd.
- McNitt JI, Lukefahr SD, Cheeke PR, Patton NM. 2013. *Rabbit Production*. Oxfordshire. UK : CPI Group (UK), Ltd.
- Nei M. 1987. *Molecular Evolutionary Genetic*. USA: Columbia University Press.
- Pinem U, Hamdan, Hanafi DN. 2013. Estimasi jarak genetik dan faktor peubah pembeda rumpun kelinci melalui analisis morfometrik. *J Peternakan Integratif* 2(3): 264-84.
- Prasetyo RS. 1999. Kajian pembentukan bangsa kelinci berbulu halus kilap melalui persilangan bangsa kelinci *Rex* dan *Satin*. (Disertasi). Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Raharjo YC, Brahmantiyo B. 2014. Plasma nutfah kelinci sebagai sumber pangan hewani dan produk lain bermutu tinggi. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 19(3): 257-265.
- Setiaji A, Sutopo, Kurnianto E. 2012. Morphometric characterization and genetic distance among four breeds of rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Animal Production* 14: 92-98.
- Suparyanto A, Purwadaria T, Subandriyo. 1999. Pendugaan jarak genetik dan faktor peubah pembeda bangsa dan kelompok domba di Indonesia melalui pendekatan analisis morfologi. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 4: 80-88.
- Tamura K, Peterson D, Peterson N, Stecher GL, Nei M, Kumar S. 2011. MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Mol Biol Evol* 28 (10): 2731-2739.
- Taylor J, Freedman L, Olivier TJ, McCluskey J. 1977. Morphometric distance between Australian wild rabbit population. *Aust J Zool* 25: 721-32.