

# **PENGARUH KETINGGIAN TEMPAT DAN SISTEM PEMELIHARAAN TERHADAP KORELASI GENETIK BOBOT LAHIR DENGAN BOBOT DEWASA SAPI BALI**

## *THE EFFECT OF ALTITUDES AND CARE SYSTEM ON THE GENETIC CORRELATION BETWEEN BIRTH WEIGHT AND PARENTAL BODY WEIGHT OF BALI CATTLE*

**Franky M.S. Telupere dan N.G.F. Katipana**

*Jurusan Produksi Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Nusa Cendana,*

*Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang. 8500, (0380) 881084*

*Email: [kupangph@yahoo.com](mailto:kupangph@yahoo.com)*

### **ABSTRACT**

A research has been done to estimate the genetic correlation between birth weight and parental body weight of Bali cattle with survey method by procedures observation, measurements, and interviews in highland (Kabupaten Timor Tengah Selatan) and lowland (Kabupaten Kupang) at difference care system (semi intensive and extensive). Four hundred eighty Bali cattle were used in this research. The results showed that no significant differences ( $P > 0.05$ ) on sire and dam body weight based on altitudes, care system, and interaction between altitudes and care system. However, the birth weight had significant differences ( $P < 0.05$ ) whereas in highland at semi intensive care system the value was better than extensive system. Estimation of the phenotype correlation between birth weight and parental body weight at semi intensive care system showed a high positive value whether in highland or in lowland for all estimation components. While for extensive care system, the estimation based on sire component produced a negative value. The phenotype correlation values based on dam component was better than sire or sire-dam components. The genetic correlation values for semi intensive care system showed a positive value, on the other hand a negative value was found in extensive care system.

**Keywords:** altitudes, care system, genetic correlation

### **PENDAHULUAN**

Rendahnya produksi daging pada sapi ditentukan oleh faktor genetik, lingkungan, dan interaksi kedua faktor tersebut. Ragam yang ditentukan oleh faktor genetik dapat diduga dengan melihat nilai heritabilitas suatu sifat, yaitu nilai yang menunjukkan perbandingan ragam genotipe dan fenotipe dalam suatu populasi ternak, yang ditentukan oleh sifat-sifat menurun. Menurut Lasley (1986) salah satu sifat menurun yang bisa menjadi pedoman bagi peternak dalam memilih ternak bakalan untuk usaha peternakan yang efisien adalah bobot lahir. Oleh karena penampilan ternak tidak saja ditentukan oleh faktor genetik tetapi juga faktor lingkungan karena potensi genetik bisa tampil dengan baik jika kondisi lingkungan memungkinkannya. Salah satu faktor lingkungan yang menentukan penampilan potensi genetik adalah sistem pemeliharaan dan ketinggian tempat, karena kedua unsur tersebut ada kaitannya dengan ketersediaan pakan bergizi bagi ternak.

Menurut Falconer (1989) dan Becker (1992), korelasi genetik adalah korelasi yang disebabkan oleh pengaruh gen aditif atau nilai pemuliaan antara dua atau lebih sifat. Sedangkan korelasi lingkungan mencakup pengaruh lingkungan dan pengaruh gen non aditif.

Dengan mengetahui korelasi genetik, kita dapat menaksir perubahan yang akan terjadi pada suatu sifat, apabila seleksi diterapkan pada sifat yang lain (Sutejo, 2010). Selanjutnya dinyatakan bahwa penaksiran ini berguna untuk menduga apakah seleksi untuk satu sifat tertentu akan mempunyai pengaruh menguntungkan atau merugikan pada sifat lain (disebut tanggapan terkorelasi). Contohnya sebagai berikut: berat lahir pada sapi potong berkorelasi genetik positif dengan aras sedang dengan berat sapih, berat umur 1 tahun dan berat dewasa. Oleh sebab itu, seleksi untuk salah satu atau kombinasi dari sifat-sifat yang disebut belakangan ini akan menyebabkan

kenaikan berat lahir sebagai tanggapan terkorrelasi.

Dengan mengetahui hubungan korelasi antara bobot lahir dengan bobot dewasa maka program seleksi akan lebih mudah diterapkan apalagi nilai heritabilitasnya telah diketahui maka pemilihan ternak untuk berbagai kebutuhan dapat dilakukan lebih awal. Disamping itu bobot lahir yang lebih besar mempunyai kecenderungan untuk bertumbuh lebih cepat, sehingga seleksi berdasarkan bobot lahir cukup efektif dalam memilih ternak yang akan dipelihara agar tercapai suatu efisiensi usaha. Sampai saat ini belum ada informasi tentang pengaruh lingkungan seperti ketinggian tempat dan sistem pemeliharaan terhadap korelasi genetik antara bobot lahir dengan bobot badan dewasa sapi bali.

Keeratan hubungan atau sering disebut korelasi. Korelasi terbagi menjadi 2 bagian yaitu korelasi genetik dan fenotipe. Korelasi

genetik adalah korelasi dari pengaruh gen aditif atau nilai pemuliaan antara dua sifat dari kriteria seleksi. Korelasi genetik dapat terjadi karena adanya gen-gen yang bersifat "Pleiotropy" dan adanya "Linkage gen". Sedangkan korelasi fenotip terjadi akibat adanya lingkungan antara dua sifat (Warwick, dkk., 1995). Seberapa besar nilai korelasi genetik dan fenotip bobot lahir dengan bobot dewasa sapi bali belum diketahui. Sehubungan maksud tersebut maka dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk mendapatkan data dasar tentang korelasi genetik antara bobot lahir dengan bobot dewasa sapi bali pada sistem pemeliharaan dan ketinggian tempat yang berbeda. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya yang berjudul Pengaruh Ketinggian Tempat dan Sistem Pemeliharaan Terhadap Kualitas Sperma Sapi Jantan dan Heritabilitas Bobot Lahir Sapi Bali dan Persilangannya.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di dua kabupaten yaitu kabupaten Kupang sebagai daerah dataran rendah (< 200 m dpl) dan kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) sebagai daerah dataran tinggi (>750 m dpl). Untuk kabupaten Kupang akan dipilih kecamatan yang berada di dataran rendah sedangkan untuk kabupaten TTS diambil semua kecamatan. Waktu penelitian adalah 8 bulan, terbagi atas waktu untuk pengumpulan data, waktu analisis data dan waktu pembuatan laporan penelitian.

### Materi Penelitian

Materi yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah 480 ekor ternak sapi dengan rincian 160 ekor pejantan sapi bali, 160 ekor induk sapi bali, 160 ekor anak sapi bali. Untuk masing-masing lokasi dan sistem pemeliharaan terdiri dari 40 ekor pejantan, 40 ekor induk dan 40 ekor anak sapi bali. Lokasi yang dimaksud adalah ketinggian tempat yaitu dataran tinggi dan dataran rendah sementara sistem pemeliharaan adalah sistem pemeliharaan semi intensif dan sistem pemeliharaan tradisional. Dengan demikian terdapat empat kombinasi, yaitu: 1) sistem

pemeliharaan semi intensif pada dataran tinggi; 2) sistem pemeliharaan tradisional pada dataran tinggi; 3) sistem pemeliharaan semi intensif pada dataran rendah; dan 4) sistem pemeliharaan tradisional pada dataran rendah.

Sistem pemeliharaan semi intensif adalah sistem pemeliharaan dimana sapi dikandangkan pada malam hari, lalu pagi hari diberi makanan penguat baru dilepas ke padang untuk mencari makan sendiri dan sore hari sapi pulang ke kandang diberi lagi makanan penguat berupa tepung putak atau dedak padi. Sistem pemeliharaan ekstensif adalah sistem pemeliharaan dimana sapi dikandangkan pada malam hari, lalu pagi hari dilepas ke padang tanpa pemberian makanan penguat. Demikian juga pada sore hari ketika sapi pulang kandang tidak diberi makan makanan penguat.

### Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan secara purposive, dengan jalan melakukan pendataan jumlah induk sapi bali beserta anaknya yang ada di lokasi penelitian. Selanjutnya dilakukan pendataan terhadap bobot pejantan yang digunakan dalam perkawinan, bobot induk dan bobot lahir anak sapi bali.

Pengambilan data dilakukan untuk masing-masing sistem pemeliharaan. Disamping itu akan dicatat pula jenis-jenis bahan pakan yang ada dan biasa dimakan sapi.

### Metode Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan dengan metode survey dan data yang dikumpulkan berupa :

1. Bobot lahir anak sapi bali, yaitu bobot anak sapi segera setelah lahir (maksimal 12 jam setelah lahir). Penimbangan dilakukan dengan menggunakan timbangan gantung merek Indah buatan Indonesia, berkapasitas 50 kg dengan ketelitian 1 kg.
2. Bobot induk dan bobot pejantan, diukur dengan jalan menggunakan rumus pendugaan bobot badan menurut Schrool yang dimodifikasi oleh Abidin (2002), yaitu:

$$\text{Bobot Badan (kg)} = \frac{PB \times LD^2}{10840}$$

Dengan pengertian: PB = Panjang badan  
LD = Lingkar dada

3. Bahan pakan yang ada dan biasanya dimakan atau diberikan peternak kepada sapi-sapinya dicatat, dan untuk makanan yang diberikan peternak ke sapi-sapinya dicatat jenis dan jumlahnya sedangkan untuk sapi yang merumput di padang jumlah yang dimakan ditentukan berdasarkan metode Indikator sesuai petunjuk Rajhan (1981).

### Analisis Data

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Ketinggian Tempat dan Sistem Pemeliharaan Terhadap Bobot Badan Sapi Bali

Pengaruh ketinggian tempat dan sistem pemeliharaan terhadap bobot pejantan, induk dan anak sapi bali disajikan pada Tabel 1.

Data pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa pada sistem pemeliharaan ekstensif bobot pejantan cenderung lebih tinggi ( $343.13 \pm 22.71$  kg) dari pada sistem pemeliharaan semi intensif ( $337.30 \pm 30.35$  kg). Hal ini kemungkinan disebabkan karena pada sistem pemeliharaan ekstensif ternak tersebut bebas mencari makanannya dan pengukuran juga

Data yang terkumpul akan dianalisa dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Langkah pertama adalah menghitung komponen ragam untuk kedua sifat yaitu bobot lahir ( $\sigma_{S(X)}^2$ ) dan bobot dewasa ( $\sigma_{S(Y)}^2$ ).
2. Langkah kedua adalah menghitung komponen peragam antar kedua sifat ( $Cov_{S(XY)}$ ).

Selanjutnya dilakukan estimasi nilai korelasi genetik sesuai rekomendasi Becker (1992) dan Falconer (1989). Model matematik korelasi genetik adalah :

$$r_G = \frac{4Cov_{S(XY)}}{\sqrt{(4\sigma_{S(X)}^2)(4\sigma_{S(Y)}^2)}}$$

$$r_G = \frac{Cov_{S(XY)}}{(\sigma_{S(X)})(\sigma_{S(Y)})}$$

Dengan pengertian :

$r_G$  = korelasi genetik

$S(X)$  = simpangan baku sifat bobot lahir

$S(Y)$  = simpangan baku sifat bobot dewasa

Kriteria nilai korelasi genetik yang digunakan menurut petunjuk Hardjosubroto (1994), adalah :

- a. Rendah, jika bernilai kurang dari 0 – 0,25
- b. Sedang, jika bernilai antara 0,25 – 0,50, dan
- c. Tinggi, jika bernilai lebih dari 0.50.

dilakukan pada saat pakan berlimpah sementara pada sistem pemeliharaan semi intensif, pakannya terbatas karena disediakan oleh petani peternak.

Bobot badan induk cenderung tidak berbeda demikianpun dengan bobot badan anak sapi. Pada sistem pemeliharaan ekstensif bobot lahir anak sapi Bali kelihatannya lebih rendah dari sistem pemeliharaan semi intensif boleh jadi disebabkan karena induk pada saat bunting kurang mendapat pakan yang baik dan seimbang, sehingga untuk memperoleh bobot lahir yang tinggi, sebaiknya induk-induk yang bunting dipelihara secara semi intensif.

Berdasarkan ketinggian tempat, bobot badan pejantan, induk dan anak yang dilahirkan di dataran tinggi nampak sedikit lebih tinggi dari pada di dataran rendah. Kenyataan ini menunjukkan bahwa ternak yang dipelihara di dataran tinggi maupun di

dataran rendah pertumbuhannya tidak terlalu berbeda. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa perbedaan ketinggian tempat tidak mempengaruhi daya produksi maupun reproduksi sapi Bali.

Tabel 1. Rataan bobot pejantan, induk dan anak sapi bali di dataran tinggi dan dataran rendah pada sistem pemeliharaan semi intensif dan ekstensif

Ketinggian Tempat	Sistem Pemeliharaan	Bobot Badan (kg)		
		Pejantan	Betina	Lahir
Tinggi	Semi Intensif	339.15 ± 30.40	309.03 ± 24.89	16.74 ± 1.64
	Ekstensif	344.20 ± 23.50	307.68 ± 30.06	15.00 ± 1.62
Rendah	Semi Intensif	335.45 ± 30.57	307.26 ± 23.11	15.88 ± 1.24
	Ekstensif	342.05 ± 22.12	307.30 ± 29.13	14.53 ± 1.34
Rataan Semi Intensif		337.30 ± 30.35	308.13 ± 23.88	16.31 ± 1.51
Rataan Ekstensif		343.13 ± 22.71	307.49 ± 29.41	14.76 ± 1.49
Rataan Dataran Tinggi		341.68 ± 27.12	308.35 ± 27.43	15.87 ± 1.84
Rataan Dataran Rendah		338.75 ± 26.72	307.26 ± 26.13	15.20 ± 1.45

Secara statistik, tidak ada perbedaan yang signifikan ( $P>0,05$ ) terhadap bobot badan pejantan baik berdasarkan ketinggian tempat, sistem pemeliharaan ataupun interaksi antara sistem pemeliharaan dengan ketinggian tempat. Hal serupa juga ditemukan pada bobot badan betina, namun untuk bobot lahir ditemukan perbedaan yang signifikan ( $P<0,05$ ) dimana sistem pemeliharaan semi intensif di dataran tinggi secara nyata menghasilkan bobot lahir anak sapi bali yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem pemeliharaan secara ekstensif.

Kisaran bobot lahir anak sapi bali pada kedua lokasi yang berbeda ketinggiannya adalah 12 sampai dengan 18 kg, dengan rata-rata bobot lahir 15,34 kg. Hasil penelitian ini lebih tinggi dari yang diperoleh di Balai Penelitian Ternak Grati, yaitu 12,7 kg, namun lebih rendah dari perolehan Dinas Peternakan Bali, yaitu 18,39 kg dengan rata-rata 16 kg (Guntoro, 2006). Adanya perbedaan ini boleh jadi disebabkan karena pejantan dan betina

yang digunakan dalam penelitian adalah berbeda dan juga oleh karena faktor lingkungan lainnya seperti pakan dan sistem pemeliharaan. Pejantan yang digunakan dalam perkawinan di Bali kemungkinan masih murni (original) sedangkan untuk tempat lain termasuk yang digunakan dalam penelitian ini telah mengalami penurunan mutu genetik akibat dari tekanan silang dalam (*inbreeding depression*). Sebagaimana diketahui bahwa pada sistem pemeliharaan ternak sapi di pulau Timor bagian barat, tidak ada pengontrolan terhadap perkawinan yang baik, sehingga perkawinan sesama saudara dekat dapat terjadi kapan saja.

#### **Pengaruh Ketinggian Tempat Dan Sistem Pemeliharaan Terhadap Nilai Korelasi Fenotip**

Nilai korelasi fenotip bobot lahir dengan bobot dewasa tetua sapi bali disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai korelasi fenotip bobot lahir anak sapi bali dengan tetuanya pada ketinggian tempat dan sistem pemeliharaan yang berbeda

Ketinggian Tempat dan Sistem Pemeliharaan	Dasar Pendugaan		
	Komponen Jantan	Komponen Betina	Rerata Tetua
TSI	0.41	0.53	0.51
TE	-0.13	0.56	0.36
RSI	0.53	0.56	0.56
RE	-0.22	0.20	0.03

Keterangan: TSI = Dataran Tinggi, Sistem Semi Intensif; TE = Dataran Tinggi, Sistem Pemeliharaan Ekstensif; RSI = Dataran Rendah, Sistem Pemeliharaan Semi Intensif; RE = Dataran Rendah, Sistem Pemeliharaan Ekstensif

Hubungan antara dua sifat atau lebih pada sifat kuantitatif dapat dinyatakan berkorelasi. Dalam pemuliaan ternak hubungan korelasi ini, salah satunya adalah korelasi fenotip. Korelasi fenotip adalah hubungan antara satu sifat dengan sifat lain yang mempengaruhi pada individu itu sendiri.

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai korelasi fenotip antara bobot lahir dengan bobot dewasa sapi bali pada sistem pemeliharaan semi intensif lebih baik (tergolong sedang sampai tinggi) dari pada pada sistem pemeliharaan ekstensif. Hal ini boleh jadi disebabkan karena pada sistem pemeliharaan semi intensif pejantannya lebih jelas dibandingkan dengan pada sistem pemeliharaan secara ekstensif. Pada sistem pemeliharaan ekstensif, ternak hanya dilepas pada siang hari dan baru akan digiring kembali ke kandang pada malam hari, sehingga tidak ada pengontrolan sama sekali terhadap perkawinan yang terjadi. Beberapa pejantan yang ada dalam *flock* kemungkinan mengadakan perkawinan dengan betina yang tersedia, namun peternak tidak dapat memastikan akan pejantan mana yang telah mengawini betina-betina tersebut.

Selain hal tersebut, karena dalam perhitungan nilai korelasi fenotip ragam lingkungan dan genetik termasuk di dalamnya maka kontribusi faktor lingkungan amat sangat mempengaruhi akan hasil perhitungannya. Menurut Warwick dkk (1995), korelasi fenotip dapat dibagi menjadi bagian-bagian yang biasanya disebut korelasi lingkungan dan genetik. Korelasi genetik adalah korelasi dari pengaruh genetik aditif atau nilai pemuliaan antara kedua sifat

tersebut. Korelasi lingkungan termasuk pengaruh genetik yang bukan aditif.

Nilai korelasi fenotip di dataran tinggi pada sistem pemeliharaan semi intensif menunjukkan angka yang moderat atau atau berkisar dari sedang sampai tinggi baik yang diduga berdasarkan komponen pejantan, betina, maupun rerata tetua (0.41, 0.53, 0.51).

Hal ini menunjukkan bahwa adanya keeratan hubungan yang positif antara bobot lahir dengan bobot dewasa sehingga seleksi terhadap bobot dewasa dapat dilakukan berdasarkan bobot lahir. Sedangkan pada sistem pemeliharaan ekstensif nilai korelasi fenotipnya menunjukkan angka yang rendah.

Nilai korelasi fenotip di dataran rendah pada sistem pemeliharaan semi intensif menunjukkan angka yang tinggi ( $> 0.50$ ) mengindikasikan bahwa terdapat keeratan hubungan positif antara bobot lahir dengan bobot dewasa. Dapatlah dikatakan bahwa bobot lahir yang tinggi akan menghasilkan bobot dewasa yang tinggi pula. Sedangkan pada sistem pemeliharaan ekstensif nilai korelasinya tergolong rendah.

### Pengaruh Ketinggian Tempat Dan Sistem Pemeliharaan Terhadap Nilai Korelasi Genetik

Korelasi genetik adalah korelasi dari pengaruh gen aditif atau nilai pemuliaan antara dua sifat dari kriteria seleksi. Korelasi genetik dapat terjadi karena adanya gen-gen yang bersifat "pleiotropy" dan adanya "linkage gen", sedangkan korelasi fenotip terjadi akibat adanya lingkungan antara dua sifat (Warwick, dkk., 1995). Nilai korelasi genetik bobot lahir dengan bobot dewasa sapi

bali yang diestimasi berdasarkan komponen pejantan, betina dan tetua disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat keeratan hubungan yang rendah antara bobot lahir dengan bobot dewasa sapi bali secara genetik. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa pendugaan bobot dewasa berdasarkan bobot lahir belum bisa dilakukan secara langsung karena secara genetik ada beberapa faktor yg ikut mempengaruhi seperti gen-gen yang bersifat pleiotropy dan linkage gen. Gen-gen ini akan bekerja secara simultan untuk menghasilkan pertumbuhan pada beberapa karakter sekaligus, seperti bobot badan dan ukuran linear tubuh. Oleh karena nilai korelasi

fenotip tergolong tinggi maka dapatlah dipastikan bahwa bobot badan ternak sapi bali lebih dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

Korelasi genetik merupakan suatu nilai yang menentukan keeratan antara satu sifat dengan sifat lainnya secara genetik (Dalton, 1980). Hasil analisis pendugaan korelasi genetik antara nilai korelasi genetik seperti tertera pada Tabel 3 termasuk dalam kategori rendah untuk semua sistem pemeliharaan dan ketinggian tempat. Dibandingkan dengan nilai korelasi fenotip masih tergolong sedang sampai tinggi maka dapatlah dikatakan bahwa faktor lingkungan masih sangat berperan dalam menentukan performans ternak sapi bali.

Tabel 3. Nilai korelasi genetik bobot lahir anak sapi bali dengan tetuanya pada ketinggian tempat dan sistem pemeliharaan yang berbeda

Ketinggian Tempat dan Sistem Pemeliharaan	Dasar Pendugaan		
	Komponen Jantan	Komponen Betina	Rerata Tetua
TSI	0.09	0.14	0.13
TE	-0.03	0.12	0.12
RSI	0.08	0.07	0.11
RE	-0.05	0.04	0.01

Keterangan: TSI = Dataran Tinggi, Sistem Semi Intensif; TE = Dataran Tinggi, Sistem Pemeliharaan Ekstensif; RSI = Dataran Rendah, Sistem Pemeliharaan Semi Intensif; RE = Dataran Rendah, Sistem Pemeliharaan Ekstensif

Lasley (1978), menyatakan bahwa dua sifat yang memiliki nilai korelasi positif berarti seleksi untuk memperbaiki satu sifat dapat meningkatkan sifat yang lainnya, sedangkan bila nilai korelasinya negatif berarti dengan menyeleksi satu sifat akan

memperburuk sifat lainnya. Korelasi genetik dapat berubah dalam populasi yang sama selama beberapa generasi apabila dilakukan seleksi secara intensif (Warwick, *dkk.* 1995).

## SIMPULAN

1. Sistem pemeliharaan semi intensif di dataran tinggi secara nyata menghasilkan bobot lahir anak sapi bali yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem pemeliharaan secara ekstensif.
2. Nilai korelasi fenotip bobot lahir dengan bobot dewasa sapi bali pada sistem pemeliharaan semi intensif lebih tinggi dari pada sistem pemeliharaan ekstensif.
3. Nilai korelasi genetik bobot lahir dengan bobot dewasa sapi bali lebih dipengaruhi oleh sistem pemeliharaan dari pada ketinggian tempat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., 2002. Penggemukan Sapi Potong. Agromedia Pustakan, Jakarta.
- Becker, W.A. 1992. Manual of Quantitative Genetiks. The 5<sup>th</sup> Edition. Academic Enterprises. Pullman., USA.

- Dalton, D. C. 1980. An introduction to Practical Animal Breeding. Publishing Ltd. New York. USA. 81.
- Falconer, D.S. 1989. Introduction to Quantitative Genetiks. Longman Scientific and Technical, Essex.
- Guntoro, S. 2006. Membudidayakan Sapi Bali. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Hardjosubroto, W. 1994. Aplikasi Pemuliaan Ternak di Lapangan. PT Gramedia Widiasarana Indonesia., Jakarta. PT Gramedia Widiasarana Indonesia., Jakarta.
- Lasley, J.F., 1986. Genetiks of Livestock Improvement. The third ed. Prentice Hall Inc. Englewoods Cliffs, New Yersey.
- Sutejo, H. 2010. Parameter Genetik: Korelasi Genetik. Dalam Bahan Ajar Mandiri Ilmu Pemuliaan Ternak. Fapet Undana, Kupang.
- Warwick, E. J. J. M. Astuti and W. Harjosubroto. 1995. Pemuliaan Ternak Cetakan Ke lima Universitas Gajah Mada,. Press. Yogyakarta





