

**PENDUGAAN HERITABILITAS, KORELASI GENETIK DAN KORELASI FENOTIPIK
SIFAT BOBOT BADAN PADA SAPI MADURA**
*[Estimation of Heritability, Genotypic and Phenotypic Correlations
of Body Weight Traits in Madura Cattle]*

Karnaen

Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Bandung

Accepted July 9, 2008; Accepted August 2, 2008

ABSTRAK

Penelitian tentang pendugaan parameter genetik pada sapi Madura telah dilaksanakan di Kecamatan Geger dan Socah di Kabupaten Bangkalan Propinsi Jawa Timur. Tujuan penelitian ini adalah menduga nilai heritabilitas dan korelasi genetik dan fenotipik sebagai dasar seleksi untuk meningkatkan mutu genetik ternak. Metode yang digunakan adalah studi kasus. Pejantan sapi yang digunakan sebanyak 6 ekor, setiap pejantan mengawini 16 ekor betina dimana tiap betina melahirkan satu ekor anak. Data yang diamati adalah 96 ekor anak sapi hasil keturunannya terdiri dari 15 ekor anak jantan dan 81 ekor anak betina. Variabel yang diamati adalah bobot lahir, bobot sapih, bobot badan umur 1 tahun, pertambahan bobot badan pra sapih dan pertambahan bobot badan pasca sapih. Parameter genetik yang dianalisis adalah nilai heritabilitas. Selain parameter genetik, dianalisis pula korelasi genetik dan korelasi fenotipik. Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan

1. Nilai dugaan heritabilitas bobot lahir, bobot umur 1 tahun dan pertambahan bobot badan pasca sapih termasuk katagori sedang, masing-masing $0,331 \pm 0,242$; $0,272 \pm 0,29$; dan $0,231 \pm 0,28$. Nilai heritabilitas bobot sapih dan pertambahan bobot badan pra sapih termasuk dalam katagori tinggi, masing-masing $0,87 \pm 0,45$ dan $0,551 \pm 0,411$.
2. Nilai dugaan korelasi genetik bobot lahir dengan bobot sapih, bobot lahir dengan pertambahan bobot badan pra sapih, dan bobot lahir dengan pertambahan bobot badan pasca sapih termasuk dalam katagori sedang yang masing-masing 0,43 ; 0,38; dan 0,43. Korelasi genetik bobot sapih dengan bobot umur 1 tahun termasuk katagori tinggi, yaitu 0,59.
3. Korelasi fenotipik antara bobot lahir dengan bobot sapih, bobot lahir dengan pertambahan bobot badan pra sapih, bobot sapih dengan bobot badan umur 1 tahun dan bobot sapih dengan pertambahan bobot badan pasca sapih termasuk dalam katagori sedang, yaitu masing-masing 0,40; 0,32; 0,31 dan 0,47.

Kata kunci : Heritabilitas, Korelasi Genetik, Korelasi Fenotipik, Bobot Badan, Sapi Madura

ABSTRACT

A research on estimation of genetic parameters on Madura Cattle has been conducted at Geger and Socah Sub District, Bangkalan District of East Java Province. Research used case study. Six bulls mated to 96 cows, in which one bull mated to 16 cows. The 96 offsprings were evaluated. The traits observed were birth weight, weaning yearling weight, body weight at 1 year, pre weaning gain and post weaning gain. The parameter estimated were heritability, genetic and phenotypic correlations.

The result indicated that :

1. The estimates of heritability were 0.331 ± 0.242 for birth weight; 0.272 ± 0.29 weight at one year ; and 0.231 ± 0.28 for pre weaning gain that were classified as medium. The estimates of heritability for post weaning gain and pre weaning gain were high that were 0.87 ± 0.45 and 0.551 ± 0.411 respectively.
2. Genetic correlation between birth weight and weaning weight, birth weight and pre weaning gain, and weaning weight and post weaning gain were 0.43; 0.38; and 0.43 respectively. Genetic correlation

- between weaning weight and weight at one year was high that was 0.59.
3. Phenotypic correlation between birth weight and weaning weight, birth weight and pre weaning gain, weaning weight and weight at one year and weaning weight and post weaning gain were medium, those are 0.40; 0.32 ; 0.31 and 0.47 respectively.

Keywords : Heritability, Genetic Correlation, Phenotypic Correlation, Body Weight, Madura Cattle

PENDAHULUAN

Pada saat ini produktivitas sapi potong di Indonesia terutama sapi Madura semakin menurun, sehingga diperlukan adanya perbaikan melalui pemuliaan dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Seperti diketahui produktivitas ternak dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan serta interaksi kedua faktor tersebut (Darmadja, 1980).

Ada beberapa cara untuk meningkatkan produktivitas ternak khususnya sapi potong yaitu perbaikan mutu makanan ternak, perbaikan tata laksana dan peningkatan mutu genetik. Sebagai aset produksi nasional, sapi Madura perlu ditingkatkan terutama dari segi mutu genetik dan penggunaannya perlu dimaksimalkan sebagai sapi pionir untuk daerah-daerah pengembangan produksi baru (Siregar, 1992).

Dalam pemuliaan ternak dikenal beberapa metode untuk meningkatkan mutu genetik antara lain dengan mengadakan program seleksi di dalam kelompok ternak itu sendiri. Program pemuliaan ternak sapi potong akan efektif bila tersedia data dasar berupa parameter genetik dari ternak tersebut yaitu nilai heritabilitas sifat-sifat pertumbuhan yang merupakan sifat produksi bernilai ekonomi tinggi sebagai tolak ukur dalam program pemuliaan. Pengetahuan tentang besarnya heritabilitas penting dalam pengembangan seleksi dan rencana perkawinan untuk memperbaiki mutu ternak. Heritabilitas ini merupakan indikator pokok dalam suatu pewarisan karakteristik atau sifat, karena heritabilitas dapat menentukan (1) nilai pemuliaan suatu individu; (2) hasil yang diperoleh dari seleksi; (3) dapat memberikan indikasi potitif yang merefleksikan nilai pemuliaan seekor ternak (Adjisoedarmo, 1978).

Falconer (1992) menyatakan bahwa heritabilitas adalah rasio ragam yang aditif dengan ragam fenotip, dengan rumus sebagai berikut :

$$h^2 = \frac{V_A}{V_P}$$

dimana h^2 = heritabilitas ; V_A = ragam gen aditif ;

V_p = ragam gen fenotip

Warwick *et al.* (1995) menyatakan bahwa heritabilitas adalah istilah yang digunakan untuk menunjukkan bagian dari keragaman total yang diukur dengan ragam suatu sifat yang diakibatkan pengaruh genetik. Semua komponen genetik ini dipengaruhi oleh frekuensi gen yang dapat berbeda dari suatu populasi lainnya. Heritabilitas adalah spesifik untuk suatu populasi dan merupakan suatu sifat yang menjadi perhatian.

Jika salah satu variasi genetik atau untuk lingkungan untuk suatu sifat yang sama dalam dua populasi adalah berbeda, maka nilai heritabilitasnya akan berbeda pula (Vleck *et al.*, 1987). Heritabilitas sangat penting untuk program seleksi dalam program pemuliaan ternak sapi potong.

Dalam program seleksi, pengetahuan tentang nilai korelasi genetik dan fenotipik penting untuk menduga produktivitas ternak dimasa mendatang berdasarkan catatan produktivitas sekarang. Oleh karena itu dengan mengetahui korelasi genetik dan fenotipik antara satu sifat dengan sifat lain, maka seleksi terhadap satu sifat sekaligus dapat memperlihatkan respon pada sifat lain. Dengan demikian dapat membantu dalam menata program pemuliaan dalam mencapai produktivitas ternak yang maksimal. Hubungan antara dua sifat terjadi karena adanya gen *pleiotraphi*, yaitu satu gen mengawasi dua macam sifat atau lebih, atau sifat yang satu berasosiasi dengan sifat yang lainnya yang berkorelasi.

Dalam menghitung nilai korelasi genetik, peragam genetik aditif diestimasi dari komponen peragam pekatan, sedangkan ragam-ragam genetik aditif dihitung dari komponen peragam pejantannya (Grossman dan Wall, 1968). Menurut Becker (1975) bahwa korelasi genetik, lingkungan dan fenotipik antara dua sifat dapat didekati dengan metode yang sama seperti untuk menduga ragam genetik.

Keeratan korelasi di sebut koefisien korelasi, nilainya dari -1 sampai dengan +1, Bila koefisien

korelasi 0, maka kedua sifat tidak berkorelasi, korelasi di katakan tinggi bila koefisien korelasinya antara 0,5 sampai 1,0, sedangkan koefisien korelasi yang rendah adalah 0,1 sampai 0,25 nilai korelasi sedang antara 0,25 sampai 0,5 selanjutnya nilai korelasi genetik digunakan sebagai salah satu metode seleksi (Warwick *et al.*,1990).

Tujuan penelitian ini adalah menduga nilai heritabilitas yang sangat berguna sebagai tolak ukur dalam seleksi dan korelasi genetik dan fenotipik agar seleksi dapat efisien.

MATERI DAN METODE

Penelitian mengenai pendugaan parameter genetik sapi Madura telah dilakukan di Kecamatan Socah dan Geger Kabupaten Bangkalan Madura dengan ketinggian tempat di atas 10 meter dari permukaan laut. Obyek atau materi penelitian adalah ternak sapi Madura milik masyarakat petani-peternak yang berlokasi di dua kecamatan tersebut terdiri dari 96 ekor (15 ekor jantan dan 81 ekor betina) dari hasil perkawinan 6 ekor pejantan dan 96 ekor induk, dimana satu pejantan mengawini 16 ekor induk. Dalam penelitian digunakan alat-alat untuk menimbang bobot badan dari sapi-sapi, yaitu timbangan merk *krup* dengan kapasitas 150 kg untuk menimbang bobot lahir, bobot sapih dan bobot badan umur satu tahun, timbangan elektronik milik Balai Penelitian dan Pengembangan Ternak (Sub-Balitnak) Grati untuk menimbang bobot lahir, bobot sapih dan bobot badan umur satu tahun dan bobot badan dewasa.

Metode penelitian yang digunakan adalah *studi kasus*. Variabel yang diamati atau diukur adalah bobot lahir, bobot sapih, bobot badan umur satu tahun, pertambahan bobot badan pra sapih dan pertambahan bobot badan pasca sapih. Variabel-variabel tersebut dimonitor secara berkala setiap sebulan sekali selama satu tahun.

Cara pengukuran variable tersebut adalah :

1. bobot lahir adalah bobot pedet (anak sapih) yang baru lahir ditimbang tidak melebihi 24 jam. Bobot lahir yang terkumpul disesuaikan pada bobot kelahiran jantan, maka untuk itu digunakan faktor koreksi sebesar 1,07 (USDA, 1981).
2. Bobot sapih, yaitu bobot pada saat anak tidak diberi susu atau pada umur 205 hari

(Sukmasari, 2001). Bobot sapih adalah bobot badan yang diukur pada 205 hari

$$BS_{205} = \left[\left(\frac{BS - BL}{t_2 - t_1} \right) \times 205 + BL \right] \times FKUI$$

(Beef Improvement Federation, 1986)

Keterangan :

BS₂₀₅ = Bobot sapih standarisasi (kg)

BL = Bobot lahir (kg)

BS = Bobot sapih

t₂ - t₁ = umur sapih (hari)

FKUI = Faktor koreksi umur induk

3. Bobot badan umur 1 tahun yang dikoreksi dalam 365 hari

$$BB_{365} = \frac{BB - BS}{t_2 - t_1} \times 160 + BS_{205}$$

Keterangan :

BB₃₆₅ = bobot badan standarisasi umur 365 hari

BB = bobot badan saat ditimbang

BS₂₀₅ = bobot sapih standarisasi umur 205 hari

t₂ - t₁ = tenggang waktu antara saat penyapihan dengan penimbangan sekarang

4. Pertambahan bobot badan selama menyusui (pra sapih) dalam satuan kg / ekor / hari .

$$PBB_{PS} = \frac{BS_{205} - BL}{205} \times 1kg$$

Keterangan :

PBB_{PS}: pertambahan bobot badan pasca sapih

BS₂₀₅ : bobot sapih standarisasi 205 hari

BL : bobot lahir

5. Pertambahan bobot badan pasca sapih satuan kg / ekor / hari

$$PBB_{SS} = \frac{BB_{365} - BS_{205}}{160} \times kg$$

Keterangan :

PBB_{SS}: Pertambahan bobot badan sesudah sapih

BB₃₆₅: Bobot badan standarisasi umur 365

BS₂₀₅: Bobot sapih standarisasi umur 205

Analisis data yang digunakan untuk menduga nilai heritabilitas adalah analisis varians dengan model

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} = Nilai pengamatan

μ = rata-rata sifat yang diukur sesungguhnya

α_i = nilai pengamatan pejantan ke i

ε_{ij} = residu

Komponen-komponen korelasi dalam kelas yaitu suatu kemiripan antar saudara tiri, dapat ditentukan sebagai berikut :

$$t = \frac{\sigma_s^2}{\sigma_s^2 + \sigma_w^2}$$

Nilai heritabilitas dapat dihitung dengan rumus :

$$h^2 = 4t = \frac{4\sigma_s^2}{\sigma_s^2 + \sigma_w^2}$$

- t : korelasi dalam kelas
 h^2 : nilai heritabilitas
 σ_s^2 : ragam antara rata-rata kelompok anak dalam pejantan
 σ_w^2 : ragam antar individu dalam kelompok anak

Salah baku heritabilitas dihitung dengan rumus untuk keluarga saudara tiri seapak hanya satu anak tiap betina

$$s.e.(h^2) = 4 \sqrt{\frac{2(1 + (N - 1)t^2(1 - t)^2)}{n(n - 1)(N - 1)}}$$

Keterangan =

N = jumlah kelompok sanak saudara

n = jumlah individu tiap keluarga

T = jumlah total individu yang diukur

t = korelasi dalam kelas dari anggota-anggota dalam keluarga yang sama

Adapun untuk menduga korelasi genetik, korelasi fenotipik melalui analisis kovariansi (analisis peragam) melalui rumus sebagai berikut :

$$r_g = \frac{Covg}{\sqrt{\sigma_{g1}^2 \sigma_{g2}^2}}$$

$$r_p = \frac{Cov.g + Cov.e}{\sqrt{\sigma_{p1}^2 \sigma_{p2}^2}}$$

r_g = korelasi genetik

r_p = korelasi fenotipik

1 = sifat 1 ; 2 = sifat 2

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan dugaan/taksiran nilai heritabilitas bobot lahir sapi Madura adalah

0,331±0,242. Nilai heritabilitas ini termasuk dalam katagori sedang, karena berada diantara >0,2 – 0,4 (Martoyo, 1990). Nilai heritabilitas sebesar 0,331 menunjukkan bahwa variasi fenotip (bobot lahir) sebesar 33,1 persen disebabkan oleh variasi genetik aditif. Hasil penelitian ini tidak berbeda jauh dengan yang dilaporkan oleh Williamson dan Payne (1993) maupun Warwick (1990) yaitu sebesar 0,35 – 0,45. Demikian juga Martoyo (1990) melaporkan bahwa nilai heritabilitas bobot lahir sapi potong berkisar antara 0,35 – 0,85. Namun bila dibandingkan dengan sapi Bali nilai heritabilitas bobot lahirnya adalah 0,15 ± 0,05, hal ini dapat dikatakan nilai heritabilitas sapi Madura lebih tinggi dibanding sapi Bali.

Bila dilihat galat bakunya dari hasil penelitian, ternyata lebih kecil dari dugaan nilai heritabilitasnya. Ini berarti bobot lahir masih dapat dijadikan petunjuk dan pertimbangan dalam program seleksi. Adapun nilai heritabilitas bobot sapih, bobot badan umur 1 tahun dan pertambahan bobot badan pra sapih serta pertambahan bobot badan pasca sapih dapat dilihat pada tabel 1.

Dari tabel di atas nilai heritabilitas bobot sapih dan pertambahan bobot badan pra sapih cukup tinggi. Nilai dugaan heritabilitas yang cukup tinggi ini secara teoritis disebabkan meningkatnya variasi genetik dalam populasi. Jadi apabila nilai heritabilitas meningkat, maka peningkatan ini terjadi karena pengaruh variasi genetik yang meningkat dengan asumsi variasi lingkungan tetap. Warwick *et al.* (1990) melaporkan bahwa nilai heritabilitas bobot sapih pada sapi potong berkisar 0,25 – 0,35, Hardjosubroto (1994) melaporkan heritabilitas bobot sapih pada sapi potong berkisar diantara 0,30 – 0,55. Wrigh *et al.* (1987) melaporkan bahwa nilai heritabilitas bobot sapih Simmental Amerika sebesar 0,12.

Demikian pula nilai heritabilitas pertambahan bobot badan pra sapih cukup tinggi dan galat bakunya lebih kecil dari pada nilai heritabilitasnya. Dengan demikian nilai heritabilitas bobot sapih dan pertambahan bobot badan pra sapih cukup efektif digunakan dalam program seleksi.

Sebaliknya nilai heritabilitas bobot badan umur 1 tahun dan pertambahan bobot badan pasca sapih termasuk katagori sedang dan galat bakunya lebih besar dibandingkan nilai dugaan heritabilitasnya, ini berarti kurang efisien apabila dijadikan titik tolak dalam program seleksi individu sebab karakter yang timbul

Tabel 1. Nilai Dugaan Heritabilitas Bobot Sapih, Bobot Badan Umur 1 Tahun dan Laju Pertumbuhan Pra Sapih Serta Pertambahan Bobot Badan Pasca Sapih

Variabel	Nilai dugaan heritabilitas
Bobot sapih	0,87 ± 0,45
Bobot badan umur 1 tahun	0,272 ± 0,29
Pertambahan bobot badan pra sapih	0,551 ± 0,411
Pertambahan bobot badan pasca sapih	0,231 ± 0,28

lebih banyak dipengaruhi faktor lingkungan. Hasil penelitian Malinda dan Basori (2004) menunjukkan bahwa nilai heritabilitas bobot umur satu tahun pada sapi perah yang rendah yaitu $0,136 \pm 0,2838$. Martojo (1990) menyatakan bahwa suatu sifat dengan nilai heritabilitas rendah perlu ditingkatkan mutu genetiknya dengan metode pemuliaan yang tersedia bila seleksi kurang efektif atau kurang efisien menggunakan metode pemuliaan lain.

Selain parameter genetik, adalah korelasi genetik dan korelasi fenotipik. Korelasi ini dapat bernilai positif, yaitu apabila satu sifat meningkat maka sifat yang lain meningkat pula atau negatif, yaitu bila satu sifat meningkat maka diikuti penurunan sifat lain. Korelasi genetik adalah korelasi dari pengaruh aditif atau nilai pemuliaan sifat kuantitatif, sedangkan korelasi fenotipik merupakan korelasi total dari semua sifat yang dimiliki ternak.

Berdasarkan hasil analisis korelasi genetik dan korelasi fenotipik beberapa sifat dari sapi Madura ditampilkan dalam Tabel 2.

Nilai korelasi genetik antara bobot sapih dengan bobot badan umur satu tahun termasuk dalam katagori tinggi, sedangkan korelasi fenotipiknya termasuk dalam katagori sedang. Nilai koefisien korelasi genetik dan fenotipik ini mencerminkan keeratan hubungan antara bobot lahir dengan bobot sapih, bobot lahir dengan pertambahan bobot badan pra sapih, bobot sapih dengan bobot badan umur satu tahun, serta bobot sapih dengan pertambahan bobot badan pasca sapih pada sapi Madura. Dengan demikian seleksi terhadap bobot lahir akan memberikan respon yang baik terhadap bobot sapih, bobot sapih terhadap bobot umur 1 tahun serta bobot sapih terhadap pertambahan bobot badan pasca sapihnya.

Akan tetapi menurut Falconer (1992) menyatakan respon seleksi suatu sifat ditentukan oleh nilai heritabilitas ragam populasi. Nilai korelasi genetik dan fenotipik yang besar dari suatu sifat kuantitatif yang dikorelasikan tidak berarti seleksi yang sama besarnya. Artinya seleksi yang diarahkan pada perbaikan suatu sifat tidak menjamin keberhasilan yang sama baiknya

Tabel 2. Korelasi Genetik dan Fenotipik Beberapa Sifat pada Sapi Madura

Sifat	Korelasi genetik dan fenotipik
Bobot lahir dengan bobot sapih	r_G 0,43 r_P 0,40
Bobot lahir dengan pertambahan bobot badan pra sapih	r_G 0,38 r_P 0,40
Bobot sapih dengan bobot badan umur 1 tahun	r_G 0,59 r_P 0,21
Bobot sapih dengan pertambahan bobot badan pasca sapih	r_G 0,43 r_P 0,47

Keterangan : r_G = korelasi genetik r_P = korelasi fenotipik

Berdasarkan tabel 2, korelasi genetik dan fenotipik bobot lahir dengan bobot sapih, bobot lahir dengan pertambahan bobot badan pra sapih serta bobot sapih dengan pertambahan bobot badan pasca sapih termasuk katagori sedang. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan Warwick *et al.* (1990) bahwa korelasi diantara sifat-sifat yang nilainya diantara 0,25 – 0,50 termasuk dalam katagori sedang.

dengan sifat lainnya selama sifat tersebut nilai heritabilitasnya rendah, meskipun diantara keduanya terdapat korelasi yang tinggi. Sebaliknya bila kedua sifat tersebut nilai heritabilitasnya cukup tinggi dan diantara keduanya memiliki korelasi cukup besar, maka seleksi yang diarahkan pada peningkatan suatu sifat akan diikuti oleh peningkatan sifat lainnya.

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dugaan nilai heritabilitas bobot lahir, bobot umur satu tahun dan penambahan bobot badan pasca sapih termasuk katagori sedang yang masing-masing besarnya $0,331 \pm 0,242$; $0,272 \pm 0,29$ dan $0,231 \pm 0,28$. sedangkan heritabilitas bobot sapih dan pra sapih termasuk katagori tinggi yang besarnya $0,87 \pm 0,45$ dan $0,551 \pm 0,411$
2. Korelasi genetik antara bobot lahir dengan bobot sapih, bobot lahir dengan penambahan bobot badan pra sapih, dan bobot sapih dengan penambahan bobot badan pasca sapih termasuk dalam katagori sedang, yang masing-masing besarnya $0,43$; $0,38$ dan $0,43$. sedangkan bobot sapih dengan bobot umur 1 tahun termasuk katagori tinggi yang besarnya $0,59$.
3. Korelasi fenotipik bobot lahir dengan bobot sapih, bobot sapih dengan penambahan bobot badan pra sapih, bobot sapih dengan bobot umur 1 tahun dan bobot sapih dengan penambahan bobot badan pasca sapih termasuk dalam katagori sedang dengan masing-masing besarnya $0,40$; $0,32$; $0,21$ dan $0,47$.

Saran

1. Untuk memantapkan nilai heritabilitas dan korelasi genetik serta korelasi fenotipik berbagai sifat produksi dengan memanfaatkan data lebih banyak dari berbagai generasi dan lingkungan.
2. Pemeliharaan sapi Sonok harus difungsikan untuk perbaikan genetik sapi Madura, karena pada prinsipnya sapi Sonok merupakan sapi pilihan walaupun standarnya masih beragam.

DAFTAR PUSTAKA

- Adjisoedarmo,S. 1976. Pemuliaan Sapi Potong. Fakultas Peternakan Unsoed. Purwokerto
- Becker, W.A. 1975. Manual of Quantitative Genetics 3rd , Ed. Washington State University Press.
- Beef Improvement Federation. 1986. Guidelines for Uniform Beef Improvement Program 5th , Ed . North Caroline State University, Raleigh
- Darmadja, S.G.N.D. 1980. Setengah Abad Peternakan Sapi Tradisional dalam Ekosistem Pertanian di Bali. Disertasi. Universitas Padjadjaran
- Devendra, C.T, L.K. Choo and Partmasingan . 1973. Productivity of Bali Cattle in Malaysia. Malay. Agric. J. 49 : 183 – 197
- Falconer, D.S, 1992. Introduction to Genetics Quantitative . The Rohald Press, Co, New York
- Grossman, M and G.A.E. Wall, 1968. Covariance Analysis With Unequal Sub Class Number Component Estimation In Quantitative Genetics. J. Biometrical Sociaty 24 : 49 – 59
- Gunardi, E. 1975. Usaha Peningkatan Sapi Potong di Indonesia . Paper Lokakarya Ternak Potong. Universitas Hasanudin. Ujung Pandang
- Maylinda, S, Basori, H. 2004. Parameter genetik bobot badan dan lingkardada pada sapi perah . Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor (Indonesia) 4-5 Aug 2004 p. 170-174
- Hardjosubroto, W. 1994. Aplikasi Pemuliabiakan Ternak di Lapangan. PT. Gramedia. Jakarta
- Siregar, A.R, 1992. Program Pengembangan dan Peningkatan Mutu Sapi Madura Secara Terpadu dan Berkesinambungan. Prosiding Pertemuan Hasil Penelitian dan Pengembangan Sapi Madura. Sumenep 11 Oktober 1992.
- USDA. 1981. Guidelines for Uniform Beef Improvement Program. Program Aid 1020. Washington
- Warwick, E.J., Hardjosubroto,W, Astuti,M. 1990. Pemuliaan Ternak. Cetakan keempat. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wright,H.B, Pollak,J.E and Quass,R.C, 1987. Estimation of Variance Component to determine Heritabilities and Repeatability of Weaning Weight in American Simmental Cattle. America Society of Science . J. Anim. Science. 65 :975-981