

# Pengaruh Penggunaan Naungan terhadap Kualitas Semen Kambing Peranakan Ettawa

(The Effect of Shelter on Semen Quality of "Peranakan Ettawa" Goat)

Arif Qisthon dan Sri Suharyati

Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung 35145

**ABSTRACT:** The experiment was conducted to study the effect of shelter on semen quality of Peranakan Ettawa (PE) Goats. Eight PE goats were allocated into *cross over design*. Four PE goats were placed under no shelter (09.00-14.30) and another one was placed under shelter. The results of this research showed that semen volume, sperm motility, sperm concentration, and live sperm percentage of PE goat under shelter were higher ( $P < 0.01$ ) than those of PE goat under no shelter. On the other hand, sperm abnormality of PE goat under shelter was lower ( $P < 0.01$ ) than that of PE goat under no shelter. It was concluded that the use of shelter could improve semen quality.

**Key Words :** Shelter, semen, goat

## Pendahuluan

Petani ternak di Indonesia umumnya memelihara ternak kambingnya secara semi intensif. Ternak dilepas atau digembalakan di tanah lapang atau padang rumput lain pada siang hari dan malam hari dikandangkan. Konsekuensi sistem pemeliharaan demikian adalah terjadinya beban panas yang berlebih atau cekaman panas pada ternak disiang hari, karena pengaruh langsung dari radiasi matahari dan suhu lingkungan yang tinggi. Purwanto *et al.* (1996) melaporkan bahwa cekaman panas menyebabkan meningkatnya frekuensi pernafasan, denyut jantung, suhu tubuh, suhu rektal, dan suhu permukaan kulit. Selain itu, akan menurunkan konsumsi pakan dan meningkatkan konsumsi air minum. Kondisi ini memaksa ternak untuk mengaktifkan mekanisme termoregulasi guna mempertahankan suhu tubuh pada kisaran normal, sehingga proses metabolisme atau biokimiawi di dalam tubuh dapat berlangsung secara optimum. Namun, mekanisme termoregulasi ini mengharuskan alokasi energi untuk kinerja produksi dan reproduksi dipakai untuk mempertahankan keseimbangan panas tubuh ternak. Dengan demikian, dampak akhirnya adalah menurunnya kinerja produksi dan reproduksi ternak. Stott (1961) menyatakan bahwa suhu lingkungan panas akan mempengaruhi spermatogenesis dan menurunnya kualitas semen.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari penggunaan naungan atau atap sebagai salah satu upaya mengatasi cekaman panas terhadap kualitas semen kambing PE.

## Metode Penelitian

### Materi

Penelitian dilakukan dengan menggunakan delapan ekor kambing Peranakan Ettawa jantan berumur 12–18 bulan dengan bobot badan awal 20-30 kg, di kandang yang berlokasi di Kelurahan Ganjar Agung, Kecamatan Metro Barat, Kota Metro, dari Oktober sampai Desember 2004.

Peralatan yang digunakan adalah tempat pakan, tempat minum, timbangan dengan kapasitas 50 kg dengan kepekaan 0,1 kg untuk menimbang kambing, timbangan duduk kapasitas 10 kg dengan tingkat ketelitian 0,01 kg untuk menimbang rumput, termometer bola kering dan basah, higrometer, dan benda hitam pengukur radiasi matahari (*black globe temperature*), vagina buatan, mikroskop, *haemocytometer*, termos, gelas objek dan penutup, pemanas *buncen*, *counter number*, pipet hisap, kertas tisu, dan tabung reaksi.

Bahan penelitian yang digunakan adalah air panas, pewarna eosin 2,00%, NaCl 3,00%, alkohol 70,00%, dan vaselin.

### Metode

Rancangan penelitian yang digunakan adalah *Cross Over Design* dengan dua perlakuan yaitu penempatan kambing di dalam kandang tanpa naungan atau atap dari pukul 09.00-14.30 ( $N_0$ ) dan penempatan kambing di dalam kandang dengan naungan/beratap sepanjang 24 jam ( $N_1$ ). Masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan delapan kali pada dua periode.

Untuk mengetahui perbedaan respons antarperlakuan dilakukan dengan analisis ragam (Gaspersz, 1991).

Ternak ditempatkan secara individual pada petak-petak dalam kandang dengan ukuran 125 x 150 cm. Atap yang digunakan terbuat dari rumbia. Atap kandang didesain sedemikian rupa sehingga bisa digeser untuk dibuka atau ditutup. Sebelum maupun sesudah perlakuan ternak berada dalam kandang dengan atap kandang terpasang. Selanjutnya kambing yang mendapat perlakuan tanpa naungan (dijemur matahari) ditempatkan pada kandang yang atapnya dibuka mulai pukul 09.00 – 14.30 setiap hari. Pada setiap periode, empat ekor kambing sepanjang hari ditempatkan di bawah naungan dan empat ekor lainnya di jemur langsung di bawah sinar matahari dari 09.00-14.30. Tempat pakan dan minum disediakan untuk masing-masing kambing percobaan.

Pemeliharaan kambing dilakukan selama delapan minggu. Dua minggu pertama merupakan masa adaptasi ternak terhadap perlakuan yang dicobakan, selanjutnya empat minggu berikutnya adalah masa pengambilan data.

Pemberian pakan berupa rumput lapang dilakukan dua kali sehari yaitu pukul 08.00 dan 17.00, sedangkan konsentrat diberikan sekali sehari pada pukul 07.00. Jumlah pemberian pakan berdasarkan kebutuhan bahan kering yaitu 3% bobot badan, dengan rasio hijauan-konsentrat 60 : 40%. Air minum diberikan secara *ad libitum*.

### Peubah yang Diukur

Peubah yang diamati terdiri atas faktor iklim (suhu udara, kelembaban udara relatif (RH), dan radiasi matahari), dan kualitas semen (volume semen, motilitas spermatozoa, konsentrasi spermatozoa, persentase spermatozoa hidup, dan persentase spermatozoa abnormal).

Iklim. Pengamatan iklim dilakukan setiap hari pada pukul 09.00, 10.00, 12.00, dan 14.00. Suhu dan kelembaban udara diukur di bawah naungan dengan termometer bola kering-basah. Radiasi matahari diukur dengan mencatat suhu yang diterima benda hitam (*black globe temperature*) dan kemudian dihitung dengan rumus Stefan-Boltzmann, yaitu:  $Radiasi = \delta T^4$ ; dimana  $\delta$  = konstanta Stefan-Boltzmann ( $4,93 \times 10^{-8}$ ) dan  $T$  = suhu mutlak ( $^{\circ}K$ ).

Kualitas semen. Volume semen (ml/ekor/ejakulat) dihitung dengan melihat jumlah semen yang tertampung pada setiap ejakulat pada tabung penampung (Toelihere, 1993).

Pemeriksaan motilitas spermatozoa dilakukan dengan pemeriksaan gerakan individu, dengan cara

meneteskan semen ke gelas objek lalu ditutup dengan *cover glass* dan dilihat menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40 x 10 (Cole dan Cupps, 1981).

Konsentrasi spermatozoa dihitung dengan cara: semen segar dihisap menggunakan pipet *haemocytometer* sampai skala 0,5 kemudian dihisap pengencer NaCl 3,00% dengan pipet yang sama sampai menunjukkan angka 101. Pipet dikocok berlahan-lahan seperti angka delapan selama 2-3 menit, lalu dibuang beberapa tetes dan dikocok kembali, dibuang lagi beberapa tetes dan setelah itu diteteskan pada kamar *neubaur* untuk diamati dengan mikroskop. Spermatozoa dihitung pada 5 dari 25 kotak yang ada yaitu pada kiri atas dan bawah, kanan atas dan bawah, serta yang berada di tengah (Hafez, 1993). Selanjutnya, konsentrasi spermatozoa dihitung dengan rumus berikut (Toelihere, 1993):

$$\text{Konsentrasi spermatozoa} = Y \times \frac{400}{80} \times \frac{200}{0,10} \text{ (sel sperma/mm}^3\text{)}$$

Keterangan :

- Y = jumlah spermatozoa pada 5 kotak
- 400 = jumlah seluruh bilik kecil di *haemocytometer*
- 80 = jumlah bilik kecil dari 5 kotak
- 200 = pengenceran (200 kali)
- 0,10 = volume bilik-bilik kecil

Persentase spermatozoa hidup diketahui dengan menggunakan metode perwarnaan diferensial, dengan cara spermatozoa diteteskan ke kaca objek dan ditambahkan eosin 2%, lalu dibuat preparat ulas dan difiksasi dengan pemanas buncen selama 5-10 menit, selanjutnya preparat ulas tersebut diperiksa menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40 x 10 (Toelihere, 1993). Sel spermatozoa yang hidup tidak atau sedikit menyerap zat warna, sedangkan sel yang mati akan menyerap warna. Kepala spermatozoa akan berwarna abu-abu pada bagian atas dan merah pada bagian bawah, sedangkan spermatozoa hidup akan berwarna terang (Hafez, 1993). Selanjutnya, persentase spermatozoa hidup dan mati dihitung dengan rumus Toelihere (1993):

$$\text{Persentase spermatozoa hidup (\%)} = \frac{X - Y}{X} \times 100\%$$

Keterangan:

X = Jumlah sel spermatozoa keseluruhan

Y = Jumlah sel spermatozoa yang mati

Persentase spermatozoa abnormal diketahui dengan penilaian spermatozoa secara morfologik pada preparat ulas yang telah dibuat. Pengamatan dilakukan pada bagian kepala, badan, dan ekor spermatozoa.

Menurut Toelihere (1993), rumus yang digunakan untuk menghitung persentase spermatozoa abnormal adalah sebagai berikut:

$$\text{Persentase spermatozoa abnormal (\%)} = Y/X \times 100\%$$

Keterangan:

X = Jumlah sel spermatozoa keseluruhan

Y = Jumlah sel spermatozoa yang abnormal

## Hasil dan Pembahasan

### Kondisi Mikroklimat

Rataan suhu dan kelembaban lingkungan, serta intensitas radiasi matahari kandang penelitian disajikan pada Tabel 1.

Data Tabel 1 menunjukkan bahwa suhu dan radiasi matahari pada kandang tanpa naungan lebih tinggi daripada kandang dengan naungan. Sebaliknya, kelembaban dalam kandang tanpa naungan lebih rendah daripada di dalam kandang dengan naungan.

Data faktor iklim, khususnya suhu lingkungan, baik pada kandang tanpa naungan maupun kandang dengan naungan menunjukkan lokasi penelitian tidak berada pada kondisi yang nyaman bagi ternak kambing, seperti yang dikemukakan oleh Smith dan Mangkuwidjojo (1988) bahwa daerah nyaman bagi kambing berkisar antara 18 dan 30°C. Peningkatan suhu terjadi sejalan dengan peningkatan besarnya radiasi matahari yang diterima. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa ternak kambing di dua kondisi pemeliharaan selama penelitian mengalami beban panas yang cukup besar. Namun demikian, beban panas lebih kecil dialami pada kambing yang dipelihara di bawah naungan. Kondisi ini terlihat dari kemampuan naungan untuk memperbaiki lingkungan mikro dalam kandang naungan, yaitu menurunkan suhu dan radiasi matahari.

### Volume Semen

Rata-rata volume semen kambing PE yang dipelihara di bawah naungan (0,88 ml/ekor/ejakulat) sangat nyata ( $P < 0,01$ ) lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rata-rata volume semen kambing PE yang dipelihara tanpa naungan (0,72 ml/ekor/ejakulat) (Tabel 2). Hal ini terjadi karena beban panas yang dialami kambing di kandang yang ternaungi lebih rendah daripada kambing di kandang yang tidak ternaungi. Beban panas yang lebih rendah tersebut diindikasikan dengan lebih rendahnya suhu lingkungan di dalam kandang yang ternaungi dibandingkan suhu dalam kandang yang tidak ternaungi (Tabel 1). Gatenby (1985) menyatakan bahwa hewan yang berada di bawah penyinaran matahari langsung, selain produksi panas metabolisme internal, juga akan memperoleh panas dari absorpsi langsung radiasi gelombang pendek. Dengan demikian, kambing yang mendapat perlakuan tanpa naungan akan mengalami tingkat cekaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan kambing yang mendapat perlakuan naungan.

Menurut Edey (1983), suhu lingkungan yang lebih dari 30°C akan menyebabkan penurunan sekresi gonadotropin dari kelenjar pituitari anterior yang menyebabkan penurunan produksi semen. Suhu lingkungan yang tinggi menyebabkan hipotalamus terkena cekaman panas dan respon ini akan diteruskan ke hipofisa yang akan menghambat sekresi LH dan FSH. Keadaan ini mengakibatkan proses spermatogenesis dalam *tubuli seminiferi* terganggu sehingga produksi spermatozoa menurun (Haj, 1990).

Cekaman panas juga mengakibatkan fungsi termoregulatoris *skrotume* terganggu dan suhu pada testes meningkat. Kondisi ini menyebabkan proses spermatogenesis menjadi terhambat sehingga menghasilkan volume semen yang kurang optimal.

Tabel 1. Rataan suhu, kelembaban, serta intensitas radiasi matahari kandang penelitian

Peubah	Perlakuan	
	N <sub>0</sub> (tanpa naungan)	N <sub>1</sub> (dengan naungan)
Suhu (°C)	34,30 ± 1,62	33,18 ± 1,69
Kelembaban (%)	59,84 ± 6,32	62,18 ± 8,13
Radiasi (Kkal/m <sup>2</sup> /jam)	457,54 ± 2,67	440,43 ± 11,37

Tabel 2. Rataan volume semen, motilitas dan konsentrasi spermatozoa, serta spermatozoa hidup dan abnormal

Peubah	Perlakuan	
	N <sub>0</sub> (tanpa naungan)	N <sub>1</sub> (dengan naungan)
Volume semen (ml/ekor/ejakulat)	0,72 <sup>b</sup> ± 0,09	0,88 <sup>a</sup> ± 0,08
Motilitas spermatozoa (%)	74,61 <sup>b</sup> ± 4,69	83,73 <sup>a</sup> ± 4,90
Konsentrasi spermatozoa (juta sel/ml)	3,14 <sup>b</sup> ± 0,60	3,77 <sup>a</sup> ± 0,51
Spermatozoa hidup (%)	82,17 <sup>b</sup> ± 5,48	88,34 <sup>a</sup> ± 2,73
Spermatozoa abnormal (%)	2,84 <sup>b</sup> ± 0,17	2,46 <sup>a</sup> ± 0,34

<sup>a,b</sup> Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan ada perbedaan pada P<0,01

Hasil penelitian ini, meskipun suhu lingkungan pada kedua perlakuan kurang nyaman, volume semen yang dihasilkan masih masuk dalam kisaran normal yaitu 0,1-3,5 ml (Williamson dan Payne, 1993) atau 0,5 -1,5 ml (Evans dan Maxwell, 1987).

### Motilitas Spermatozoa

Hasil pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata motilitas spermatozoa kambing PE yang dipelihara di bawah naungan sangat nyata (P<0,01) lebih baik (83,73%) dibandingkan nilai rata-rata motilitas spermatozoa kambing PE yang dipelihara tanpa naungan (74,61%). Pemberian naungan terbukti mampu menurunkan suhu lingkungan kandang. Menurut Curtis (1983), desain naungan yang baik akan mampu mengurangi total beban panas yang diterima ternak sebesar 30-50%, serta mampu menurunkan suhu udara lingkungan di bawah struktur naungan selama radiasi matahari mencapai maksimal.

Kambing yang dipelihara tanpa naungan menunjukkan motilitas yang lebih rendah dibandingkan ternak yang dipelihara menggunakan naungan. Hal ini berhubungan dengan suhu lingkungan kandang yang tidak menggunakan naungan lebih tinggi (Tabel 1). Motilitas spermatozoa sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Peningkatan dan penurunan suhu dapat menurunkan daya motilitas spermatozoa. Ternak yang mengalami cekaman panas akan mengurangi produksi panas dengan cara menurunkan konsumsi ransum. Hal tersebut akan menurunkan suplai energi di dalam tubuh ternak. Menurut Purwanto *et al.* (1996), temperatur yang tinggi dapat memengaruhi fungsi reproduksi ternak sebagai akibat dari menurunnya sintesis hormon tiroksin sehingga proses metabolisme sel akan menurun. Selanjutnya Nalbandov (1990) menyatakan bahwa fungsi hormon tiroid adalah menstimulasi spermatogenesis.

### Konsentrasi Spermatozoa

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 2), nilai rata-rata konsentrasi spermatozoa kambing PE yang dipelihara

di bawah naungan sangat nyata (P<0,01) lebih tinggi (3,77 juta sel/ml) dibandingkan nilai rata-rata konsentrasi spermatozoa kambing PE yang dipelihara tanpa naungan (3,14 juta sel/ml).

Nilai rata-rata konsentrasi spermatozoa yang diperoleh dari kambing yang ternaungi lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata konsentrasi spermatozoa yang diperoleh dari kambing yang tidak ternaungi. Hal ini disebabkan ternak pada kandang tanpa naungan mengalami beban panas yang lebih besar dibandingkan dengan ternak pada kandang naungan. Ternak yang mendapat beban panas yang besar akan berakibat pada berkurangnya suplai energi yang didapat dari metabolisme pakan, hal ini akan berakibat pada berkurangnya sintesis hormon. Menurut Johnson (1985), lingkungan yang panas menyebabkan penurunan motilitas, konsentrasi, dan menghambat spermatogenesis.

Pada kandang yang tidak ternaungi memiliki suhu udara yang lebih tinggi dibandingkan kandang ternaungi. Keadaan ini menyebabkan hipotalamus terkena cekaman panas yang berlebih. Respon ini akan diteruskan ke hipofisa yang akan menghambat sekresi LH dan FSH. Rendahnya hormon LH dan FSH menyebabkan penurunan produksi sperma dan motilitas spermatozoa yang dihasilkan akan rendah (Haj, 1990).

Nilai rata-rata konsentrasi spermatozoa kambing PE yang diperoleh selama penelitian berkisar antara 3,14 dan 3,770 juta sel/ml. Menurut hasil penelitian Williamson dan Payne (1993), rata-rata konsentrasi spermatozoa dalam semen sebesar 2,70 juta/ml.

### Persentase Spermatozoa Hidup

Hasil pengamatan secara mikroskopis terlihat bahwa nilai rata-rata persentase spermatozoa hidup kambing PE yang dipelihara di bawah naungan memberikan hasil lebih tinggi (88,34%) dibandingkan dengan nilai rata-rata persentase spermatozoa hidup kambing PE yang dipelihara tanpa naungan (82,17%).

Hafez (1993) menyatakan bahwa lingkungan panas akan menurunkan persentase spermatozoa normal dan fertil pada ejakulat. Hal ini sejalan dengan pernyataan Stott (1961) bahwa temperatur yang tinggi berpengaruh pada spermatogenesis dan menurunnya kualitas semen.

Cekaman panas juga akan memengaruhi kerja testes untuk menghasilkan hormon testosteron. Salah satu fungsi hormon testosteron adalah memperpanjang umur sperma di epididimis. Semakin menurunnya sekresi hormon testosteron tersebut menyebabkan persentase spermatozoa hidup juga menurun.

Berdasarkan hasil penelitian ini, sperma yang dihasilkan dari kambing yang mendapat perlakuan naungan memiliki motilitas spermatozoa yang lebih tinggi sehingga persentase spermatozoa hidup yang diperoleh akan lebih tinggi juga. Hal ini karena sperma yang motil menunjukkan bahwa sperma itu hidup.

### Persentase Spermatozoa Abnormal

Persentase spermatozoa abnormal dari kambing PE yang mendapat perlakuan tanpa naungan lebih tinggi (2,84%) dibandingkan persentase spermatozoa abnormal dari kambing yang mendapat perlakuan naungan (2,46%). Hal ini terjadi karena pada kambing PE yang mendapat perlakuan tanpa naungan memiliki suhu lingkungan yang lebih tinggi, dan kelembaban udara yang lebih rendah dibandingkan pada kambing yang mendapat perlakuan naungan. Selain itu pada kambing yang tidak mendapat naungan juga menerima radiasi sinar matahari secara langsung. Adanya suhu lingkungan yang tinggi, kelembaban udara yang rendah, dan radiasi sinar matahari langsung yang diterima pada siang hari menyebabkan kambing menerima cekaman panas yang berlebih. Kondisi ini menyebabkan meningkatnya spermatozoa abnormal. Menurut Hafez (1993), lingkungan yang panas menyebabkan penurunan persentase spermatozoa normal.

Pembentukan sperma secara aktif akan terjadi bila suhu testes lebih rendah dari suhu tubuh, sehingga proses spermatogenesis akan berlangsung dengan baik. Apabila suhu tubuh terlalu tinggi akibat pengaruh suhu lingkungan yang tinggi, maka akan menyebabkan meningkatnya suhu testes. Dengan meningkatnya suhu testes abnormalitas pada sperma akan tinggi. Hal ini terjadi karena adanya perubahan suhu testes yang memengaruhi reproduksi hewan jantan sehingga fungsi termoregulasi skrotum terganggu.

Pada penelitian ini, rata-rata suhu rektal kambing PE yang dipelihara di bawah naungan (38,69°C) lebih

rendah dibandingkan dengan rata-rata suhu rektal kambing PE yang dipelihara tanpa naungan (39,08°C). Pada hewan mamalia, proses spermatogenesis terjadi pada suhu tubuh 34-37°C (Salisbury dan VanDemark, 1985). Menurut McDowell (1972), suhu lingkungan yang lebih dari 30°C akan menaikkan suhu testikuler, melemahkan spermatogenesis, menurunkan produksi androgen, libido, dan kualitas sperma.

Rata-rata persentase spermatozoa abnormal berkisar antara 2,46 dan 2,84%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semen yang dihasilkan masih layak untuk digunakan untuk inseminasi maupun untuk pemacek, karena kurang dari 15% sperma abnormalnya (Evans dan Maxwell, 1987).

## Kesimpulan

Penggunaan naungan di lingkungan panas dapat memperbaiki kualitas semen kambing PE yang meliputi volume semen, motilitas spermatozoa, konsentrasi spermatozoa, persentase spermatozoa hidup, dan persentase spermatozoa abnormal.

## Ucapan Terimakasih

Terima kasih penulis sampaikan kepada Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Ditjen Dikti yang telah membiayai penelitian ini melalui Penelitian Dosen Muda.

## Daftar Pustaka

- Cole, H. H. and T. Cupps. 1981. *Reproduction in Domestic Animal*. Academic Press. New York.
- Curtis, S. E. 1983. *Environmental Management in Animal Agricultural*. The Iowa State University Press. Ames. Iowa.
- Edey, T.N. 1983. *Tropical Sheep and Goat Production*. Australian Universities International Development Program. Canberra.
- Evans, G. and W.M.C. Maxwell. 1987. *Salamon's Artificial Insemination of Sheep and Goats*. Butterworths. London.
- Gaspersz, V. 1991. *Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan*. Vol II. Tarsito Bandung.
- Gatenby, R. M. 1985. "Shelter for Animal in Hot Countries" *In: Effects of Shelter on The Physiology in Livestock*. J. Grace (ED). Sweats and Zeitlinger B. V. Lisse.

- Hafez, E.S.E. 1993. "Semen Evaluation". In: *Reproduction in Farm Animals*. 6<sup>th</sup> Ed. E.S.E. Hafez (Ed). Lea and Febiger. Philadelphia.
- Haj, S. D. A. 1990. *Fisiologi Kelenjar Endokrin*. Volume 1. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat antar Universitas Ilmu Hayati. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Johnson, H. D. 1985. "Physiological Responses and Productivity of Cattle". In: *Stress Physiology of Livestock*. Vol II. M. K. Yousef (Ed). CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- McDowell, R.E., 1972. *Improvement of Livestock Production in Warm Climates*. W.H. Freeman and Company. San Fransisco.
- Nalbandov, A. V., 1990. *Ilmu Reproduksi pada Mamalia dan Unggas*. Edisi Ketiga. UI Press. Jakarta.
- Purwanto, B.P., M. Harada and S. Yamamoto, 1996. Effect of drinking water temperature on heat balance and thermoregulatory responses in dairy heifer. *Australia Journal Agriculture Resume* 47:505-511.
- Salisbury, G. W. and N. L. VanDemark, 1985. *Fisiologi Reproduksi dan Inseminasi Buatan pada Sapi*. Alihbahasa oleh R. Djanuar. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Smith, J,B. dan S. Mangkuwidjoyo, 1988. *Pemeliharaan, Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis*. Cetakan Pertama. Penerbit UI. Jakarta.
- Stott, G.H. 1961. Female and breed associated with seasonal fertility variation in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 44: 1698-1704.
- Toelihere, M.R. 1993. *Inseminasi Buatan pada Ternak*. Angkasa Bandung. Bandung.
- Wiliamson, E. dan W. J. A. Payne. 1993. *Pengantar Peternakan Daerah Tropis*. Alihbahasa oleh Ida Bagus Djagra. Gadjah Mada University Press. Yokyakarta.