
**PROFIL HORMON ESTROGEN DAN PROGESTERON PADA SIKLUS BERAHI
KAMBING LOKAL**

Estrogen and Progesterone Profile in Aceh Local Goat Estrous Cycle

Tongku N. Siregar

Laboratorium Reproduksi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala Banda Aceh

E-mail: tongku_ns@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui profil normal estrogen dan progesteron pada siklus berahi kambing lokal. Sampel yang digunakan adalah 5 ekor kambing betina lokal dengan kriteria sehat secara klinis, sudah pernah beranak, umur 1,5-3,0, tahun dan memperlihatkan siklus reguler minimal 2 siklus. Seluruh kambing disinkronisasi dengan dosis 0,5 ml cloprostenol (Estron™, Bioveta) dengan menggunakan metode injeksi pola random. Data dianalisis secara deskriptif. Koleksi serum darah untuk pemeriksaan kadar estrogen dan progesteron diambil pada hari ke-0, 7, 14, dan 21 siklus (hari ke-0, berahi). Analisis hormon dilakukan dengan menggunakan metoda *Enzyme Linked Immunoabsorbant Assay* (ELISA). Hasil analisis menunjukkan profil estrogen dan progesteron pada hari ke-0, 7, 14, dan 21 masing-masing adalah 62,21; 28,61; 29,84; 79,89 pg/ml dan 0,0; 8,6; 14,7; 0,0 ng/ml.

Kata kunci: estrogen, progesteron, siklus berahi, kambing lokal

ABSTRACT

The aim of this research was to find out the normal estrogen and progesterone profile in local goat estrous cycle. Five female Aceh local goats which the criteria clinically in good condition, have been giving birth before, 1.5-3.0 years old, and showed minimal twice regularly estrous cycle. All samples were synchronized with 0.5 ml cloprostenol (Estrone, Bioveta) using randomly infection pattern. The data obtained were analyzed descriptively. Blood serum was collected for examination of estrogen and progesterone content on 0, 7, 14, and 21 day of estrous cycle (day 0 of estrous cycle). Hormone analysis was conducted using ELISA. The results showed that estrogen and progesterone profile on day 0, 7, 14, and 21 were 62.21; 28.61; 29.84; 79.89 pg/ml and 0.0; 8.6; 14.7; 0.0 ng/ml respectively.

Keywords: estrogen, progesterone, estrous cycle, Aceh local goats

PENDAHULUAN

Kambing adalah hewan poliestrus dengan lama siklus berahi 19-21 hari (Devendra dan Burns, 1994). Lama berahi pada kambing berkisar 24-48 jam, ovulasi terjadi 24-48 jam sejak mulainya berahi (Noakes, 1979). Perkawinan yang tepat untuk menghasilkan kebuntingan adalah pada pertengahan berahi. Hal ini berhubungan erat dengan proses terjadinya ovulasi dan masa hidup spermatozoa di dalam saluran kelamin betina (Murtidjo, 1993). Jika pembuahan terjadi, maka induk betina akan bunting yang lamanya berkisar 144-157 hari dengan rata-rata 149 hari. Dalam keadaan tidak bunting, kambing betina dewasa selalu mengalami siklus berahi secara periodik dengan lama satu siklus 18-21 hari dan lama berahi 24-36 jam (Devendra dan Burns, 1994).

Proses reproduksi berkaitan dengan mekanisme sistem hormonal, yaitu hubungan antara hormon-hormon hipotalamus-hipofisa yakni *gonadotrophin releasing hormone* (GnRH), *follicle stimulating hormone* (FSH) dan *luteinizing hormone* (LH), hormon-hormon ovarium (estrogen dan progesteron) dan hormon uterus (prostaglandin) (Hafez dan Hafez 2000, 1993). Hormon ovarium yang mempunyai peranan besar terhadap reproduksi adalah estrogen dan progesteron.

Estrogen merupakan hormon steroid yang dihasilkan oleh sel granulosa dan sel teka dari folikel de Graaf pada ovarium (Hardjopranto, 1995). Fungsi utama hormon estrogen adalah untuk merangsang berahi, merangsang timbulnya sifat-sifat kelamin sekunder, mempertahankan sistem saluran ambing betina dan pertumbuhan ambing (Wodzicka-Tomaszewska *et al.*, 1991). Dari hasil penelitian Katongole dan

Gombe (2006) pada kambing *Small East African* (SEA), profil estrogen pada saat berahi adalah 120-900 pM/l dan pada pertengahan kebuntingan menurun dari 554 pM/l menjadi 424 pM/l. Penelitian yang dilakukan oleh Akusu *et al.* (2006) pada kambing *West African Dwarfs* (WAD) menunjukkan profil estrogen pada saat berahi $152,62 \pm 31,6$ pg/ml, pada hari ke-20 sebesar $131,7 \pm 4,3$ pg/ml, 24-6 jam sebelum partus sebesar $309,9 \pm 27,62$ pg/ml, saat partus $191,60 \pm 58,90$ pg/ml, sesudah partus $150,30 \pm 24,30$ pg/ml, 1-3 hari sesudah partus $109,60 \pm 34,60$ pg/ml, dan hari ke-4 sesudah partus $92,90 \pm 48,40$ pg/ml.

Progesteron adalah nama umum untuk grup steroid yang terdiri dari 21 atom karbon (Partodihardjo, 1982). Progesteron salah satu hormon penting yang berhubungan dengan reproduksi yang disekresikan oleh sel-sel luteal corpus luteum (CL) (Hafez dan Hafez, 2000). Corpus luteum merupakan organ endokrin yang bertanggungjawab untuk memproduksi hormon progesteron (Djojosebagio, 1990). Konsentrasi progesteron serum darah dapat menentukan keadaan hewan tersebut dalam keadaan infertil, normal, berahi, dan bunting sehingga dapat digunakan untuk deteksi berahi, pemeriksaan kebuntingan dan mengetahui kondisi patologis lainnya (Hartantyo, 1995).

Selama kebuntingan, pertumbuhan dan perkembangan uterus dipengaruhi oleh peningkatan konsentrasi hormon progesteron dan estradiol (Anderson, 2003). Hormon-hormon tersebut berperan merangsang pertumbuhan dan perkembangan kelenjar susu guna mempersiapkan sumber makanan (produksi susu) bagi anak yang akan dilahirkan (Sumaryadi dan Manalu, 1995). Diagnosis kebuntingan dini

berdasarkan konsentrasi hormon progesteron telah dilakukan pada sapi (Amiruddin *et al.*, 2001) dan kambing peranakan Ettawah (Sardjana, 1994).

Untuk meningkatkan efisiensi produksi dan reproduksi pada ternak, maka diperlukan suatu informasi profil hormonal pada siklus berahi (Katongole dan Gombe, 2006). Informasi akurat tentang hormon reproduksi selama masa siklus berahi penting untuk diteliti sebagai konsep dasar proses ovulasi, siklus regresi corpus luteum, kebutuhan hormon untuk manifestasi berahi, kebuntingan, dan kelahiran (Akusu *et al.*, 2006). Banyak aspek dari tampilan reproduksi kambing lokal telah diteliti, tetapi informasi profil estrogen dan progesteron pada siklus berahi sampai saat ini belum pernah dilaporkan.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Reproduksi, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Syiah Kuala pada awal bulan November 2006-Januari 2007. Pemeriksaan konsentrasi progesteron dilakukan di Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Malang. Dalam penelitian ini digunakan 5 ekor kambing betina lokal dengan kriteria sehat secara klinis, sudah pernah beranak, umur 1,5-3,0 tahun, dan memperlihatkan siklus reguler minimal 2 siklus.

Prosedur Penelitian

Seluruh kambing disinkronisasi dengan pola random menggunakan dosis 0,5 ml cloprostenol (Estron™, Bioveta). Pengamatan berahi setelah sinkronisasi dilakukan 3 kali sehari yakni pukul 08.00,

12.00, dan 16.00 WIB secara visual dan dibantu dengan pejantan. Sampel darah untuk pengukuran kadar hormonal diambil dari vena jugularis menggunakan *disposable syringe* 10 ml. Koleksi darah dilakukan pada hari ke-0 (saat estrus, diam waktu pertama kali dinaiki), 7, 14, dan 21 siklus. Darah yang diambil dimasukkan dalam tabung reaksi dan ditempatkan dalam termos berisi es. Darah kemudian dibawa ke laboratorium. Sebelum diambil serumnya, darah didiamkan selama 30 menit. Sentrifus dilakukan dengan kecepatan 2500 *rpm* selama 15 menit. Serum kemudian diambil dari tabung dengan pipet mikro dan dimasukkan ke dalam *eppendorf*. Serum disimpan dalam *freezer* sampai saat digunakan untuk analisis hormonal. Analisis hormonal dilakukan dengan menggunakan metode ELISA.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Respon Berahi

Seluruh kambing yang diinjeksi dengan 0,5 ml/ekor prostaglandin (*cloprostenol*) memperlihatkan gejala berahi yang khas seperti vulva bengkak dan merah, berlendir, urinasi yang berlebihan serta tidak menolak dinaiki pejantan. Tanda-tanda berahi yang terlihat sesuai dengan observasi berahi pada kambing oleh Murtidjo (1993). Menurut laporan Siregar *et al.* (2001), efektivitas sinkronisasi berahi dengan PGF₂α sangat tinggi yakni mencapai persentase berahi 100% pada kambing lokal yang diinduksi secara intramuskulus maupun intravulva.

Hamdan dan Siregar (2004) juga melaporkan hal yang sama.

Tanda-tanda berahi pada penelitian ini sama dengan yang dilaporkan Siregar *et al.* (2004) yakni vulva merah dan bengkak, keluar lendir, mau dinaiki, dan perubahan tingkah laku. Timbulnya berahi akibat pemberian $PGF_{2\alpha}$ disebabkan karena lisisnya corpus luteum oleh kerja vasokonstriksi $PGF_{2\alpha}$ sehingga aliran darah menuju corpus luteum menurun secara drastis (Toelihere, 1981). Akibatnya, kadar progesteron yang dihasilkan oleh corpus luteum akan menurun dalam darah. Penurunan kadar progesteron ini akan merangsang hipofisa anterior menghasilkan dan melepaskan FSH dan LH. Kedua hormon ini bertanggungjawab dalam proses folikulogenesis dan ovulasi, sehingga terjadi pertumbuhan dan pematangan folikel. Folikel-folikel tersebut akhirnya menghasilkan hormon estrogen yang mampu memanifestasikan gejala berahi (Hafez dan Hafez, 2000). Dalam menginduksi berahi, estrogen memerlukan kerja sama dengan progesteron. Hal ini ditandai dengan berahi pertama pada hewan pubertas tanpa gejala berahi karena hanya ada estrogen dalam sirkulasi. Tetapi pada ovulasi kedua, estrogen dari folikel untuk ovulasi dan progesteron dari corpus luteum bersama-sama menginduksi tingkah laku berahi (Siregar, 2006).

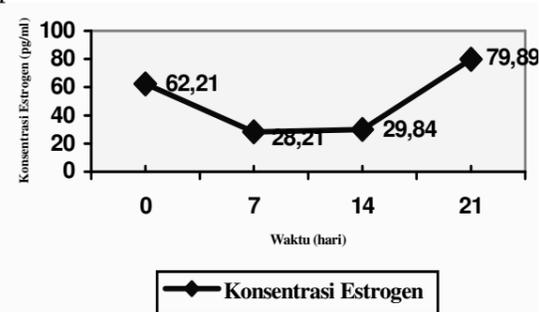
Konsentrasi Estrogen

Konsentrasi estrogen kambing lokal pada siklus berahi terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data konsentrasi estrogen (pg/ml) dan progesteron (ng/ml) pada siklus berahi kambing lokal

Hormon	Waktu (hari)			
	0	7	14	21
Estrogen (pg/ml)	62,21±12,86	28,61±8,60	29,84±12,27	79,89±14,42
Progesteron (ng/ml)	0,00±0,00	8,64±2,26	14,68±3,10	0,00±0,00

Dari Tabel 1 terlihat bahwa konsentrasi estrogen pada siklus berahi kambing lokal pada hari ke-0, 7, 14, dan 21 masing-masing adalah 62,21; 28,61; 29,84; dan 79,89 pg/ml. Konsentrasi estrogen tertinggi dicapai pada hari ke-21. Konsentrasi estrogen pada hari ke-0 adalah 62,21 pg/ml, pada hari ke-7 menurun menjadi 28,61 pg/ml. Selanjutnya, hari ke-14 terjadi peningkatan konsentrasi estrogen menjadi 29,84 pg/ml, tetapi peningkatannya tidak mencapai konsentrasi seperti hari ke-0. Konsentrasi estrogen kembali meningkat pada hari ke-21 menjadi 79,89 pg/ml. Pola konsentrasi estrogen pada siklus berahi kambing lokal dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik pola konsentrasi estrogen selama siklus berahi pada kambing lokal

Secara normal, konsentrasi estrogen meningkat mulai dari hari ovulasi sampai hari ke-4 dan kemudian hari ke-7 menurun ke level basal. Level estrogen tetap rendah pada fase luteal (hari ke-14) dan mencapai puncaknya dua hari sebelum ovulasi. Konsentrasi estrogen pada hari ke-7 dan 14 tetap dipelihara dalam konsentrasi basal. Hal ini mungkin berhubungan dengan

adanya gelombang pertumbuhan folikel. Pada kambing terdapat 4 gelombang pertumbuhan folikel. Gelombang folikel setelah ovulasi didefinisikan sebagai gelombang pertama. Waktu gelombang 1, 2, 3, dan 4 adalah pada hari $0,6\pm0,3$; $4,7\pm0,2$; $9,0\pm0,5$; dan $13,4\pm0,5$ siklus estrus (Medan *et al.*, 2003). Perbedaan konsentrasi pada hari ke-0 dan 21 dengan hari ke-7 dan 14 sesuai dengan pendapat Medan *et al.* (2004) yang menyatakan folikel besar pada gelombang pertama pada saat ovulasi dan pada gelombang terakhir lebih banyak mensekresikan estrogen dibandingkan pada gelombang pertengahan luteal.

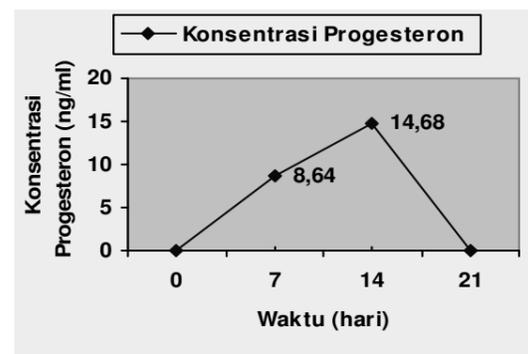
Perbedaan konsentrasi estrogen pada penelitian ini dengan hasil penelitian Katongole dan Gombe (2006) pada kambing *Small East African* (SEA) kemungkinan disebabkan perbedaan *breed* hewan yang digunakan. Akusu *et al.* (2006) melaporkan konsentrasi yang lebih tinggi pada saat berahi pada kambing *West African Dwarfs* (WAD) yakni sebesar $152,62\pm31,6$ pg/ml. Selain karena *breed* alasan terjadinya perbedaan kemungkinan karena waktu koleksi serum darah, metode pemeriksaan, dan jumlah sampel yang digunakan.

Konsentrasi estrogen pada hari ke-0 terlihat lebih rendah dibandingkan hari ke-21 meskipun pada saat itu kambing sama-sama memperlihatkan gejala berahi secara visual. Hal ini disebabkan koleksi darah pada hari ke-0 dilakukan pada saat kambing mau dinaiki pertama kali dan kemungkinan belum mencapai puncak berahi seperti pada hari ke-21. Hal tersebut berhubungan dengan lama siklus berahi seperti dinyatakan oleh Utama (2007) bahwa lama siklus berahi pada kambing adalah 18-24 hari dengan rata-rata 21 hari. Konsentrasi estrogen selama berahi adalah fluktuatif dan mencapai puncaknya 2 hari

sebelum ovulasi (Akusu *et al.*, 2006). Hal tersebut berhubungan juga dengan karakteristik reproduksi kambing yang berbeda-beda seperti dinyatakan oleh Wildeus (2006) bahwa lama berahi pada kambing 16-50 jam dengan rata-rata 30 jam, ovulasi terjadi 33 jam sejak awal berahi, rata-rata 30-36 jam dan lama fase folikuler 4 hari, lama fase luteal 17 hari. Lama siklus berahi kambing berkisar 17-24 hari dengan rata-rata 20 hari.

Konsentrasi Progesteron

Konsentrasi progesteron kambing lokal pada siklus berahi dapat dilihat pada Tabel 1. Dari Tabel 1 terlihat konsentrasi progesteron pada siklus berahi kambing lokal pada hari ke-0, 7, 14, dan 21 masing-masing adalah 0,0; 8,64; 14,68; dan 0,0 ng/ml. Pola konsentrasi progesteron dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik pola konsentrasi progesteron selama siklus berahi pada kambing lokal

Pada hari ke-0 dan 21 siklus, corpus luteum belum terbentuk sehingga progesteron relatif sangat rendah. Hafez dan Hafez (2000) mengatakan bahwa hormon progesteron akan menurun pada saat berahi sampai pada kadar yang tidak dapat diukur. Rendahnya kadar progesteron pada saat berahi sesuai dengan hasil penelitian Prihatno (1997). Konsentrasi progesteron dalam serum darah tinggi (2-

10 ng/ml) pada hari 8-12 siklus dan ketika corpus luteum mengalami regresi konsentrasinya menjadi sangat rendah (<1 ng/ml) (Siregar, 1998). Pada hari ke-7 dan 14 siklus, konsentrasi progesteron tinggi karena hari ke 7-16 adalah fase luteal. Dengan aktifnya corpus luteum maka sekresi progesteron meningkat (Siregar, 2006). Pada hari ke-21 konsentrasi progesteron relatif sangat rendah karena corpus luteum regresi dan siklus baru dimulai. Hal tersebut sama dengan yang dilaporkan Lindsay *et al.* (1982) bahwa sapi, kerbau, kambing, dan domba yang tidak bunting, corpus luteum akan regresi dan konsentrasi progesteron akan rendah sekitar hari ke-18-21 siklus (fase folikuler). Selanjutnya keberadaan corpus luteum sangat tergantung pada apakah terjadi kebuntingan atau tidak. Jika terjadi kebuntingan maka siklus akan berhenti (tidak ada siklus baru), sedang jika hewan tidak bunting maka hewan tersebut akan kembali masuk ke dalam siklus berahi.

Siregar (2002) menyatakan bahwa konsentrasi progesteron selama periode pembentukan corpus luteum berhubungan dengan jumlah corpus luteum, sedang konsentrasi progesteron pada pertengahan kebuntingan berhubungan dengan jumlah anak yang akan dilahirkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Wubishet *et al.* (1991) yang menyatakan bahwa kadar progesteron berkaitan erat dengan jumlah corpus luteum. Kecenderungan pola hormon seperti ini juga dilaporkan oleh Hafez dan Hafez (2000).

KESIMPULAN

Konsentrasi tertinggi estrogen pada siklus berahi dicapai pada hari ke-0 dan ke-

21 (saat berahi), menurun pada hari ke-7 dan mulai meningkat pada hari ke-14. Konsentrasi progesteron tertinggi dicapai pada hari ke-14 (fase luteal) dan konsentrasi terendah pada hari ke-0 dan 21 siklus (fase folikuler).

DAFTAR PUSTAKA

- Akusu, M.O., E. Nduka, and G.N. Egbunike (2006). Peripheral plasma levels of progesterone and oestradiol-17 β during the reproductive cycle of West African Dwarf goats. <http://www.ilri.cgiar.org/InfoServ/Webpub/Fulldocs/AnGenReCD/docs/x5520B/x5520bOp.htm>.
- Amiruddin, T.N. Siregar, dan H. Budiman. 2001. Efektivitas beberapa metode diagnosis. *J. Med. Vet.* 1(2):45-48.
- Anderson, S.T., B.M. Bindon, M. A. Hillard, and T. O'Shea. 2003. Increased ovulation rate in Merino ewes immunization against small syntetic peptid fragments of the inhibin alfa sub unit. **Reproduction, Fertility and Development.** 10(5):421-432.
- Davendra, C. and M. Burns. (1994). **Goat Production in the Tropic.** Common Wealth. Agriculture Bureaux. Farnham Royal, England.
- Djojosoebagio, S. 1990. **Fisiologi Kelenjar Endokrin,** vol 1. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan. Tinggi Pusat antar Universitas Ilmu Hayat. IPB, Bogor.
- Hafez, B. and E.S.E. Hafez. 2000. **Reproduction in Farm Animals.** 7th. ed. Lea and Febiger Co., Philadelphia, USA.

- Hamdan dan T.N. Siregar. 2004. Perbandingan sistem sinkronisasi singkat dengan sistem sinkronisasi standar terhadap tampilan reproduksi kambing lokal. **JIIP**. 7(3):208-217.
- Hardjopranjoto, S. 1995. **Ilmu Kemajiran pada Ternak**. Airlangga University Press. Surabaya.
- Hartanty, S. 1995. Calculation of percent progesterone in skim milk fraction when centrifugation temperature and butterfat of whole milk are known. **Bull. FKH-UGM**. Vol. XIV No. 2:1-6.
- Katongole, C.B. and S. Gombe. 2006. A study of the reproductive hormones of indigenous goats in Uganda. <http://www.fao.org/Wairdocs/ILRI/x5464B/x5464b02.htm>
- Lindsay, D.R., K.W. Entwistle, and A.A. Winantea. 1982. **Reproduction in Domestic Livestock in Indonesia**. Australian Vice. Chancellors Committee.
- Medan, M.S., G. Watanabe, K. Sasaki, S. Sharawy, N.P. Groome, and K. Taya. 2003. Ovarian dynamics and their association with peripheral concentrations of gonadotrophins, ovarians steroids, and inhibin during the estrous cycle in goats. **Biol. Reprod.** 69(1):57-63.
- Medan, M.S., S. Akagi, H. Kaneko, G. Watanabe, C.G. Tsonis, and K. Taya. 2004. Effects of re-immunization of heifers against inhibin on hormonal profiles and ovulation rate. **Reproduction**. 128:475-482.
- Murtidjo, B.A. 1993. **Memelihara Kambing Sebagai Ternak Potong dan Perah**. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Noakes, D.E. 1979. The Normal Breeding. In **Fertility and Infertility in Domestic Animals**. J.A. Laing Ed., Bailliere Tindall, London.
- Partodihardjo, S. 1982. **Ilmu Reproduksi Hewan**. Penerbit Mutiara Sumber Widya. Jakarta.
- Prihatno, S.A. 1997. Kondisi ovarium, bakteri non spesifik dan jamur dalam uterus serta profil hormon progesteron pada sapi perah yang mengalami kawin berulang. **Tesis**. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sardjana, I.K.W. 1994. Diagnosa kebuntingan dini melalui pengukuran hormon progesteron pada air susu kambing untuk meningkatkan produksi ternak. **Bull. FKH-UGM**. Vol.XIII No. 1-2:17-22.
- Siregar, T.N., G. Riady, Al-Azhar, H. Budiman, dan T. Armansyah. 2001. Pengaruh pemberian prostaglandin secara intravulvasubmukosal terhadap tampilan reproduksi kambing lokal. **J. Med. Vet.** 1(2):61-65.
- Siregar, T.N. 2002. Pengukuran profil progesteron sebagai suatu metode diagnosis kebuntingan dini dan kelahiran kembar pada domba lokal. **Media Kedokteran Hewan**. 18(2):73-77.
- Siregar, T.N. 1998. Induksi Ovulasi Kambing Kacang Prapuber dengan PMSG dan HCG. **Tesis**. Program Pascasarjana. UGM. Yogyakarta.
- Siregar, T.N., N. Areuby, G. Riady, dan Amiruddin. 2004. Efek pemberian PMSG terhadap respon ovarium dan kualitas embrio kambing lokal prepuber. **Media Kedokteran Hewan**. 20(3):108-112.
- Siregar, T.N. 2006. **Fisiologi Reproduksi Hewan Betina**. Buku Ajar.

- Percetakan Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Sumaryadi, M.Y. dan Manalu, W. (1995). The effects of corpora lutea number on serum progesterone and estradiol of ewes during luteal phase of estrous cycle and pregnancy. **Bull. Anim. Sci** (special edition):231-235.
- Sumoprastowo, R.M. 1980. **Beternak Kambing yang Berhasil**. Bharatara Karya Aksara. Jakarta.
- Sutama, I.K. 2007. Tantangan dan Peluang Peningkatan Produktivitas Kambing Melalui Inovasi Teknologi Reproduksi. <http://peternakan.litbang.deptan.go.id/download/info-teknis/kambingpotong/prokpo04-6.pdf>.
- Toelihere, M.R. 1981. **Fisiologi Reproduksi pada Ternak**. Penerbit Angkasa, Bandung.
- Wildeus, S. 2006. Reproductive Management of The Meat Goat. <http://www.clemson.edu/agronomy/goats/handbook/reproduction.html>.
- Wubishet, B., D.J. Kesler, C.N. Graves, S.L. Spahr, dan R.J. Favero. 1991. Preovulatory LH profiles of super ovulated cows and progesterone concentrations at embryo recovery. **Theriogenology**. 35:451-457.
- Wodzicka-Tomaszewska, M., I.K. Sutama, I.G. Putu, dan T.D. Chaniago 1991. **Reproduksi, Tingkah Laku dan Produksi Ternak Indonesia**. Penerbit Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.