

KINERJA REPRODUKSI KAMBING LOKAL YANG DIINDUKSI SUPEROVULASI DENGAN ANTISERUM INHIBIN

Reproductive Performance of Local Does were Induced Superovulation with Inhibin Antiserum

Hamdan¹, Dian Nurcahaya², Tongku Nizwan Siregar¹, Budianto Panjaitan³, dan Husnurrisal¹

¹Laboratorium Reproduksi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

²Program Studi Pendidikan Dokter Hewan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

³Laboratorium Klinik Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

E-mail: hamdanibrahim59@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pemberian antiserum inhibin terhadap kinerja reproduksi kambing lokal. Dalam penelitian ini digunakan 12 ekor kambing betina lokal yang dibagi dalam 2 kelompok, kelompok kontrol dan perlakuan (KI dan KII), masing-masing terdiri atas 5 dan 7 ekor kambing. Seluruh kambing diinjeksi dengan 0,5 ml PGF₂α (Lutalyse™) secara intramuskulus, 2 kali injeksi dengan interval 10 hari. Pada kelompok perlakuan (KII), kambing diinjeksi dengan 500 µg antiserum inhibin pada hari ke-9 siklus dan diikuti penyuntikan 0,5 ml PGF₂α 48 jam kemudian. Inseminasi dilakukan 10 jam setelah awal berahi dan diulang 12 jam kemudian. Parameter yang diamati adalah persentase berahi, kebuntingan, kelahiran, kelahiran kembar, jumlah anak total, dan jumlah anak per kelahiran. Hasil penelitian menunjukkan semua kambing (100%) pada kedua kelompok memperlihatkan berahi. Persentase kebuntingan pada KI dan KII masing-masing adalah 60,0 dan 57,1%. Angka kelahiran KI dan KII masing-masing adalah 100% dan persentase kelahiran kembar masing-masing adalah 0,0 dan 50,0%. Total jumlah anak pada KI dan KII masing-masing adalah 3 dan 6, dan rata-rata jumlah anak per kelahiran masing-masing adalah 1,0 dan 1,5 ekor. Perlakuan dengan antiserum inhibin dapat meningkatkan kinerja reproduksi kambing lokal.

Kata kunci: antiserum inhibin, superovulasi, kambing, kinerja reproduksi

ABSTRACT

The aim of this research is to determine the effect of inhibin antiserum on the reproductive performance of local does. This research used 12 local female does divided into 2 groups (KI and KII), consisting of 5 and 7 does. All does were injected with 0.5 ml PGF₂α (Lutalyse™) intramuscular, twice in 10 days interval. In group II (KII), does were injected with 500 µg inhibin antiserum on day-9 of cycle and followed by injection of 0.5 ml PGF₂α two days later. In KI and KII, the does were inseminated 10 hours after onset of estrous and repeated 12 hours later. Parameter measured were oestrous percentage, pregnancy, kidding rate, twinning, and litter size. Result showed that all does (100%) from both groups showed estrous. Percentage of pregnant does group I and II were 60.0 and 57.1%, respectively. Kidding rate group I and II were 100%, respectively and percentage of twinning were 0.0 and 50.0%, respectively. Total litter size group I and II were 3 and 6 respectively and the averages litter size 1.0 and 1.50, respectively. Treatment with inhibin antiserum can increase reproductive performance of local does.

Key words: inhibin antiserum, superovulation, does, reproductive performance

PENDAHULUAN

Populasi ternak kambing di Indonesia sampai tahun 2005 mencapai 13.182.064 ekor dengan angka pertumbuhan hanya sekitar 3,14% (Dinas Peternakan NAD, 2006). Rendahnya angka pertumbuhan ini karena kambing tropis memperlihatkan efisiensi reproduksi yang rendah dibandingkan dengan kambing subtropis (Gall dan Phillipen, 1981). Sebagai akibatnya, produktivitas ternak kambing lebih rendah dibanding potensi yang dimilikinya. Hal ini ditandai dengan rendahnya tingkat reproduksi dan pendapatan petani dari usaha ini.

Salah satu upaya untuk meningkatkan potensi reproduksi kambing adalah melalui aplikasi teknologi inseminasi buatan (IB). Teknologi IB telah lama digunakan dan terbukti mampu meningkatkan populasi dan mutu genetik ternak. Teknologi ini merupakan teknologi tepat guna karena mudah dijangkau oleh peternak dari segi biaya. Di Provinsi Aceh, Siregar *et al.* (2001) telah memperkenalkan teknologi IB pada kambing dengan menggunakan prostaglandin F₂α (PGF₂α) serta Riady *et al.* (1999) menggunakan

controlled internal drug release (CIDR) untuk sinkronisasi berahi sebelum pelaksanaan IB. Aplikasi baru teknik sinkronisasi dalam kegiatan IB pada kambing melalui sistem sinkronisasi singkat menggunakan PGF₂α, estradiol, dan *human chorionic gonadotrophin* (hCG) juga telah dilakukan (Hamdan dan Siregar, 2004; Siregar *et al.*, 2010). Dari keseluruhan penelitian di atas, jumlah anak per kelahiran tergolong rendah. Rendahnya jumlah anak per kelahiran kemungkinan disebabkan preparat sinkronisasi yang digunakan biasanya tidak dapat meningkatkan fertilitas ternak.

Jumlah anak yang dilahirkan oleh seekor ternak sangat tergantung dari jumlah sel telur yang diovulasikan setiap siklusnya dan berkaitan dengan sekresi hormon *follicle stimulating hormone* (FSH) pada saat folikulogenesis. Pertumbuhan dan perkembangan folikel ovarium pada hewan domestik dikontrol oleh suatu sistem yang kompleks yang melibatkan faktor poros hipotalamus-hipofisa-ovarium dan faktor intra dan ekstra ovarium. Hormon gonadotropin mempunyai peranan utama dalam kontrol folikulogenesis (Campbell *et al.*, 1995). *Follicle stimulating hormone* adalah

hormon *gonadotrophin* yang disekresikan oleh hipofisa anterior dan sekresinya diregulasi oleh positif *feedback* oleh *gonadotrophin releasing hormone* (GnRH), activin, dan steroid serta negatif *feedback* oleh inhibin, folistatin, dan steroid (Taya *et al.*, 1996).

Efek negatif *feedback* terhadap sekresi FSH terutama dilakukan oleh inhibin dan steroid. Selain inhibin, hormon estradiol juga dipertimbangkan mempunyai efek negatif terhadap sekresi FSH (Kaneko *et al.*, 1996). Namun Taya *et al.* (1996) menegaskan bahwa inhibin merupakan inhibitor utama sekresi FSH, sedangkan estradiol beraksi sebagai sinyal maturasi. Imunisasi pasif dengan menyuntikkan antiserum inhibin terbukti mampu meningkatkan konsentrasi hormon FSH yang bertanggung jawab untuk meningkatkan jumlah folikel yang tumbuh (Kaneko *et al.*, 1993). Pada kambing terjadi peningkatan jumlah folikel yang berkembang, sekresi FSH, dan jumlah ovulasi setelah diimunisasi dengan antiserum inhibin (Medan *et al.*, 2003). Selanjutnya, Siregar *et al.* (2005) telah berhasil mengisolasi dan mengidentifikasi beberapa bentuk molekuler protein inhibin dari sel granulosa kambing. Kemungkinan pemanfaatan antiserum inhibin untuk produksi embrio telah dipelajari oleh Hamdan *et al.* (2008) yang memperlihatkan terjadinya peningkatan jumlah ovulasi yang ditandai dengan peningkatan konsentrasi progesteron. Berdasarkan kenyataan di atas, diperlukan suatu penelitian untuk meningkatkan kinerja reproduksi kambing lokal setelah pemberian antiserum inhibin sebelum pelaksanaan inseminasi buatan.

MATERI DAN METODE

Hewan Percobaan

Dalam penelitian ini digunakan 12 ekor kambing, masing-masing 5 ekor untuk kelompok kontrol (KI) dan 7 ekor untuk kelompok perlakuan (KII). Kambing yang digunakan mempunyai kriteria sehat secara klinis, sudah pernah beranak, umur 1,5-3,0 tahun, jumlah anak pada kelahiran terakhir 1, dan memperlihatkan siklus reguler minimal 2 siklus.

Prosedur Penelitian

Seluruh kambing betina diinjeksi dengan 0,5 ml PGF₂α (Lutalyse™, Pharmacia & Upjohn Company, Pfizer Inc., 5 mg/ml) secara intramuskulus, 2 kali injeksi dengan interval 10 hari. Pengamatan berahi dilakukan 2 kali sehari (pukul 08.00 dan 16.00 WIB) sejak penyuntikan PGF₂α terakhir. Kambing betina yang diam ketika dinaiki pejantan dinyatakan sedang berahi dan

diperhitungkan sebagai hari ke-0 siklus. Pada kelompok II (KII), kambing diinjeksi dengan 500 µg antiserum inhibin pada hari ke-9 siklus dan diikuti penyuntikan 0,5 ml PGF₂α 2 hari kemudian. Seluruh kambing diinseminasi dengan semen beku kambing PE 10 jam setelah awal berahi dan diulang 12 jam kemudian. Diagnosis kebuntingan dilakukan menggunakan metode observasi tidak kembali berahi selama 3 siklus berturut-turut. Kambing yang tidak memperlihatkan gejala berahi selama observasi dinyatakan positif bunting. Untuk membantu observasi berahi digunakan kambing jantan.

Parameter Penelitian

1. Persentase berahi yaitu jumlah kambing berahi dibagi dengan jumlah kambing perlakuan dan dinyatakan dalam persen.
2. Persentase kebuntingan yaitu jumlah kambing yang positif bunting dibagi dengan jumlah kambing yang dikawinkan dan dinyatakan dalam persen.
3. Persentase kelahiran yaitu jumlah induk yang melahirkan dibagi dengan jumlah induk yang bunting dan dinyatakan dalam persen.
4. Persentase kelahiran kembar yaitu jumlah induk yang melahirkan lebih dari 1 ekor dibagi dengan jumlah induk yang melahirkan.
5. Jumlah anak total yaitu jumlah seluruh anak yang dilahirkan dari induk yang melahirkan.
6. Rata-rata jumlah anak per kelahiran yaitu jumlah anak kambing lahir dari tiap ekor kambing.

Analisis Data

Data kinerja reproduksi meliputi persentase berahi, kebuntingan, kelahiran, kelahiran kembar, jumlah anak total, dan rata-rata jumlah anak per kelahiran dilaporkan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh pemberian antiserum inhibin terhadap kinerja reproduksi kambing lokal disajikan pada Tabel 1. Respons berahi pada kelompok I dan II adalah sama yakni 100%. Timbulnya berahi adalah akibat injeksi prostaglandin dan kemungkinan tidak dipengaruhi oleh pemberian antiserum inhibin karena pada semua kelompok perlakuan diikuti dengan injeksi prostaglandin. Pernyataan ini sesuai dengan laporan Siregar dan Armansyah (2010), yang menyatakan bahwa respons berahi kambing lokal tidak dipengaruhi oleh antiserum inhibin yang diberikan untuk induksi superovulasi tetapi oleh pemberian prostaglandin yang mengiringi pemberian antiserum inhibin.

Tabel 1. Pengaruh pemberian PGF₂α dan antiserum inhibin terhadap kinerja reproduksi kambing lokal

Parameter	KI (PGF ₂ α)	KII (antiserum inhibin)
Jumlah kambing (ekor)	5	7
Respons berahi (%)	100	100
Jumlah kambing bunting (%)	3 (60,0)	4 (57,1)
Jumlah kambing melahirkan (%)	3 (100)	4 (100)
Jumlah lahir kembar (%)	0 (0)	2 (50)
Total jumlah anak	3	6
Rata-rata jumlah anak per kelahiran	1,00	1,50

Timbulnya berahi akibat pemberian $PGF_{2\alpha}$ disebabkan lisisnya korpus luteum oleh kerja vasokonstriksi $PGF_{2\alpha}$ sehingga aliran darah menuju korpus luteum menurun secara drastis (Toelihere, 1981). Regresi korpus luteum akan diikuti dengan penurunan konsentrasi progesteron. Penurunan kadar progesteron ini akan merangsang hipofisa anterior melepaskan FSH dan *lutinizing hormone* (LH). Kedua hormon ini bertanggung jawab 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). Siregar (2001) melaporkan, injeksi tunggal prostaglandin akan menghasilkan 80% kambing berahi sedang injeksi kedua yang dilakukan 10 hari kemudian akan menghasilkan 100% berahi. Nuti *et al.* (1992) juga melaporkan hal yang sama, yakni semua kambing akan memperlihatkan gejala berahi akibat pemberian $PGF_{2\alpha}$ kedua, 12 hari setelah berahi pemberian $PGF_{2\alpha}$ pertama.

Persentase kebuntingan akibat pemberian $PGF_{2\alpha}$ tunggal dan antiserum inhibin menghasilkan kebuntingan masing-masing sebesar 60,0 dan 57,1%. Persentase kebuntingan hasil induksi dengan antiserum inhibin relatif sama dibanding kelompok yang diinduksi dengan $PGF_{2\alpha}$. Persentase kebuntingan akibat induksi superovulasi dengan antiserum inhibin pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan induksi superovulasi dengan *pregnant mare's serum gonadotrophin* (PMSG). Siregar (2010) melaporkan persentase kebuntingan kambing lokal yang diinduksi dengan PMSG adalah 40,0%. Rendahnya persentase kebuntingan kambing yang diinduksi dengan PMSG kemungkinan berhubungan dengan tingginya angka kematian embrio. Maertens dan Luzi (1995) melaporkan kasus kematian embrio yang tinggi pada kelinci yang diinduksi dengan PMSG. Angka kematian embrio pada kelompok yang diinduksi dengan PMSG dan kelompok kontrol masing-masing adalah 14,08 dan 6,23%. Hal ini mengindikasikan superioritas antiserum inhibin dibanding PMSG. Pemberian antiserum inhibin mempunyai kecenderungan tidak menyebabkan gangguan keseimbangan hormonal yang berlebihan sehingga menghasilkan embrio dengan kualitas yang lebih baik.

Budiarsana dan Utama (2001) menyatakan salah satu penyebab rendahnya persentase kebuntingan pada kambing adalah karena sebaran waktu ovulasi yang sangat panjang sedang waktu kapasitas spermatozoa relatif lebih cepat. Durasi berahi yang beragam pada kambing yakni 8-32 jam kemungkinan berpengaruh terhadap keberhasilan kebuntingan pada kambing. Durasi berahi yang terlalu singkat atau terlalu panjang akan mempengaruhi sebaran ovulasi. Syafruddin *et al.* (2010) melaporkan durasi berahi kambing lokal Aceh yang diinduksi dengan $PGF_{2\alpha}$ dan ekstrak vesikula seminalis masing-masing adalah $26,67 \pm 4,62$ dan $20,00 \pm 16,97$ jam, sedangkan persentase kebuntingan masing-masing adalah 60,00 dan 40,00%. Durasi

berahi yang lebih moderat kemungkinan akan meningkatkan persentase kebuntingan kambing.

Persentase kebuntingan hasil inseminasi buatan pada penelitian ini masih tergolong rendah. Timurkan dan Yildiz (2005) juga melaporkan peningkatan persentase kebuntingan pada domba Hamdani yang diinduksi dengan 500; 600; dan 750 IU PMSG masing-masing adalah 90,62; 93,75; dan 100,00%. Selain disebabkan perbedaan jenis ternak, perbedaan persentase kebuntingan pada penelitian ini dengan penelitian lain kemungkinan disebabkan belum ditemukannya dosis optimal untuk induksi superovulasi pada kambing lokal menggunakan antiserum inhibin. Kemungkinan, dosis yang digunakan pada penelitian ini relatif kecil. Jumlah anak per kelahiran hasil induksi dengan gonadotropin berhubungan dengan dosis yang digunakan. Pada domba yang diinjeksi dengan 1250 dan 1500 IU PMSG akan meningkatkan rata-rata jumlah anak per kelahiran dari 2,61 menjadi 2,81 (Newton dan Betts, 1968). Selanjutnya Ince dan Karaca (2009) melaporkan peningkatan dosis dari 400 menjadi 500 IU pada domba dapat meningkatkan rata-rata jumlah anak per kelahiran dari 1,33 menjadi 1,49 ekor.

Data persentase kelahiran kambing yang diperoleh dari penelitian ini disajikan pada Tabel 1. Pada kelompok I, 3 ekor induk kambing betina bunting dan berhasil melahirkan, sedangkan untuk kelompok II, 4 ekor induk kambing betina bunting dan berhasil melahirkan. Persentase kelahiran pada kelompok I dan II masing-masing adalah 100%.

Persentase kelahiran pada penelitian ini lebih tinggi dibanding penelitian Budiarsana dan Utama (2001) dan Sadat (2003). Budiarsana dan Utama (2001) melaporkan hasil penelitian dengan IB terjadwal 20-25 jam dan 35-40 jam setelah awal berahi pada kambing peranakan Ettawah yang dilakukan menghasilkan persentase kelahiran masing-masing sebesar 37,5 dan 40,9%. Selanjutnya Sadat (2003) melaporkan persentase kelahiran sebesar 66,6% pada kambing yang dikawinkan setelah diberi CIDR-G selama 17 hari. Perbedaan persentase kelahiran pada penelitian tersebut kemungkinan disebabkan perbedaan *breed* kambing yang digunakan.

Rata-rata jumlah anak per kelahiran pada kelompok I dan II masing-masing adalah 1,00 dan 1,50 (Tabel 1). Rata-rata jumlah anak per kelahiran dan total jumlah anak terbanyak dihasilkan oleh induksi dengan antiserum inhibin. Jumlah total anak yang dilahirkan pada kelompok I dan II masing-masing adalah 3 dan 6 ekor. Gunawan (1982) dan Ngadiono *et al.* (1984) melaporkan bahwa jumlah persentase kelahiran anak kembar pada kambing kacang sebesar 52,54%. Perbedaan jumlah anak sekelahiran dan persentase kelahiran kembar ini kemungkinan berhubungan dengan perbedaan *breed* dan tingkat kesuburan hewan yang digunakan. Pada penelitian ini kambing yang digunakan adalah kambing lokal yang mempunyai tingkat kesuburan yang rendah yang diindikasikan dengan jumlah anak per kelahiran pada kelahiran terakhir adalah 1 ekor.

Secara umum terlihat bahwa terjadi peningkatan jumlah anak per kelahiran pada kambing yang mendapat induksi dengan antiserum inhibin. Peningkatan jumlah anak yang dilahirkan berhubungan dengan peningkatan jumlah ovulasi dan konsentrasi progesteron. Siregar (2006) melaporkan peningkatan konsentrasi progesteron pada kambing yang diinduksi dengan antiserum inhibin. Hal ini kemungkinan disebabkan meningkatnya jumlah folikel yang mengalami ovulasi yang pada akhirnya akan meningkatkan jumlah korpus luteum. Selanjutnya, Siregar (2002) menambahkan bahwa konsentrasi progesteron selama periode pembentukan korpus luteum berhubungan dengan jumlah korpus luteum, sedang konsentrasi progesteron pada pertengahan kebuntingan berhubungan dengan jumlah anak yang akan dilahirkan. Antiserum inhibin mempunyai 2 pengaruh terhadap meningkatnya jumlah folikel yang ovulasi yaitu meningkatkan peluang folikel atresi menjadi folikel dominan dan meningkatkan kapasitas folikel dominan menghasilkan estradiol (Jimenez-Krassel *et al.*, 2003).

Mekanisme peningkatan laju ovulasi dan konsentrasi progesteron akibat pemberian antiserum inhibin secara umum dipertimbangkan sebagai konsekuensi netralisasi efek supresi inhibin terhadap sintesis dan sekresi FSH. Peningkatan konsentrasi FSH menghasilkan peningkatan perkembangan folikel dan superovulasi (Bleach *et al.*, 1996). Pemberian antiserum inhibin akan meningkatkan konsentrasi FSH dalam 8 jam (Kaneko *et al.*, 1996).

KESIMPULAN

Pemberian antiserum inhibin dapat meningkatkan kinerja reproduksi kambing lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional atas bantuan dana melalui Hibah Penelitian Kerjasama Antar Perguruan Tinggi (Pekerti) Tahun Anggaran 2007 sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bleach, E.C.L., S. Muttukhrisna, F.J. Cunningham, P.G. Knight, and R.G. Glencross. 1996. Effect of inhibin immunization using different synthetic peptide fragments of the bovine α -subunit on plasma antiserum inhibin titres, plasma FSH concentrations and the incidence of multiple ovulation in heifers. **Anim. Reprod. Sci.** 41:1-12.
- Budiarsana, I.G.M. dan I.K. Utama. 2001. Fertilisasi kambing peranakan Ettawah pada perkawinan alami dan inseminasi buatan. **Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner**. Bogor:85-92.
- Campbell, B.K., R.J. Scaramuzzi, and R. Webb. 1995. The control of antral follicle development and selection in sheep and cattle. **J. Reprod. Fertil. Suppl.** 49:335-350.
- Dinas Peternakan NAD. 2006. **Laporan Tahunan**. Dinas Peternakan Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. Banda Aceh.
- Gall, C.W.P. and H. Phillipen. 1981. Perspective on utilization goats. **Anim. Res. and Developmt.** 19:7-16.
- Gunawan. 1982. Studi Tentang Beberapa Sifat Populasi Kambing Kacang. **Tesis**. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hafez, B. and E.S.E. Hafez. 2000. **Reproduction in Farm Animals**. 7th ed. Lippincot Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Hamdan dan T.N Siregar. 2004. Perbandingan sistem sinkronisasi singkat dengan sistem sinkronisasi standar terhadap tampilan berahi kambing lokal. **Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan** VII(3):751-754.
- Hamdan, T. Armansyah, M. Hambal, dan C.N. Thasmi. 2008. Profil steroid kambing kacang lokal yang mengalami induksi superovulasi dengan antiserum inhibin hasil isolasi dari sel granulosa. **Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Antar Universitas "Sains dan Teknologi"**. Banda Aceh:527-533.
- Ince, D. and O. Karaca. 2009. Effects of oestrus synchronization and various doses of PMSG administration in Chios x Kivircik (F1) sheep on reproductive performances. **J. Anim. Vet. Adv.** 8(10):1984-1952.
- Jimenez-Krassel, F., M.E. Winn, D. Burns, J.L.H. Ireland, and J.J. Ireland. 2003. Evidence for a negative intrafollicular role for inhibin in regulation of estradiol production by granulosa cells. **Endocrinology** 144(5):1876-1886.
- Kaneko, H., G. Watanabe, and K. Taya. 1996. Passive immunization against inhibin during the early luteal phase in the estrous cycle of cows. **Biol. Reprod.** 53:931-939.
- Kaneko, H., Y. Nakanishi, K. Taya, H. Kishi, G. Watanabe, S. Sasamoto, and Y. Hasegawa. 1993. Evidence that inhibin is an important factor in regulation of FSH secretion during the mid-luteal phase in cows. **J. Endocrinol.** 136:35-41.
- Maertens, L. and F. Luzi. 1995. Note concerning the effect of PMSG stimulation on the mortality rate at birth and the distribution of litter size in artificially inseminated doeses. **World Rabbit Science** 3(1):57-61.
- Medan, M.S., G. Watanabe, K. Sasaki, Y. Nagura, H. Sakai, M. Fujita, S. Sharawy, and K. Taya. 2003. Effects of passive immunization of goats against inhibin on follicular development, hormone profile, and ovulation rate. **Reproduction** 125:751-757.
- Newton, J.E. and J.E. Betts. 1968. Factors affecting litter size in the Scotch Half-Bred ewe. **J. Reprod. Fert.** 17:485-483.
- Ngadiono, N., P. Basuki, dan G. Murdjito. 1984. Beberapa data performans ternak kambing yang dipelihara secara tradisional di pedesaan sejak lahir sampai dengan umur sapih. **Scientific Meeting on Small Ruminant Research**. Bogor:45-52
- Nuti, L.C., K.N. Bretzlaff, R.G. Elmore, S.A. Meyers, J.N. Regila, S.P. Brinsko, T.L. Blahohard, and P.G. Weston. 1992. Synchronization of oestrus in dairy goats treated with prostaglandin F₂ alpha various of the oestrus cycle. **Am. J. Vet. Res.** 52:935-937.
- Riady, G., C.N. Thasmi, Hamdan. 1999. Pelatihan Penerapan Sinkronisasi Berahi dengan Penyuntikan hormon dalam CIDR dan Deteksi Berahi dengan Tail-paints pada kambing di Desa Tanjung Selamat Darussalam. **Laporan**. Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Sadat, A. 2003. Pengaruh Kehadiran Pejantan dengan *Breed* yang Berbeda pada Sinkronisasi Berahi dengan CIDR-G pada Kambing Dara Lokal. **Skripsi**. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- 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. 2006. Analisis Protein Inhibin Sel-sel Granulosa dari Folikel Ovarium Kambing sebagai Kandidat Vaksin untuk Induksi *Multiple Ovulation* pada Kambing. **Disertasi**. Program Doktor Ilmu Kedokteran, Universitas Brawijaya. Malang.
- Siregar, T.N. 2001. Tampilan reproduksi kambing lokal yang mengalami sinkronisasi berahi dengan prostaglandin F₂ alpha dan kehadiran pejantan. **Agripet** 2(2):8-12.
- Siregar, T.N. dan T. Armansyah. 2010. Kinerja berahi kambing yang mengalami induksi superovulasi dengan antiserum inhibin. **Animal Production** 11(1):34-39.
- Siregar, T.N., Aulanni'am, T. Susilawati, and Y. Linggi. 2005. Characterization of antibody against inhibin in rabbit following induction of inhibin isolated from goat granulosa cells. **Proceedings International Asia Link Symposium**

- “Reproductive Biotechnology for Improved Animal Breeding in Southeast Asia”** 19-20 August, 2005. University of Udayana, Bukit Jimbaran, Denpasar. Bali:211-212.
- Siregar, T.N., G. Riady, Al Azhar, H. Budiman, dan T. Armansyah. 2001. Pengaruh pemberian prostaglandin F₂ alfa terhadap tampilan reproduksi kambing lokal. **J. Medika Vet.** 1(2):61-65.
- Siregar, T.N., T. Armansyah, A. Sayuti, dan Syafruddin. 2010. Tampilan reproduksi kambing betina lokal yang induksi berahinya dilakukan dengan sistem sinkronisasi singkat. **Jurnal Veteriner** 11(1):30-35
- Syafruddin, T.N. Siregar, Herrialfian, T. Armansyah, A. Sayuti, dan Roslizawaty. 2010. Efektivitas pemberian ekstrak vesikula seminalis terhadap persentase berahi dan kebuntingan pada kambing lokal. **Jurnal Kedokteran Hewan** 4(2):53-60.
- Taya, K., H. Kaneko, T. Takedomi, H. Ishi, and G. Watanabe. 1996. Role of inhibin in the regulation of FSH secretion and folliculogenesis in cows. **Anim. Reprod. Sci.** 42:563-570.
- Timurkan, H. and H. Yildiz. 2005. Synchronization of oestrus in Hamdani Ewes: The use of different PMSG doses. **Bull.Vet. Inst. Pulawy.** 49:311-314.
- Toelihere, M.R. 1981. **Fisiologi Reproduksi pada Ternak.** Angkasa, Bandung.