

LEVEL STEROID SAPI ACEH YANG DIINDUKSI DENGAN *PREGNANT MARE'S SERUM GONADOTROPIN (PMSG)* DAN *FOLLICLE STIMULATING HORMONE (FSH)*

Steroid Level of Aceh's Cattle Induced by Pregnant Mare's Serum Gonadotropin (PMSG) and Follicle Stimulating Hormone (FSH)

Amiruddin¹, Tongku Nizwan Siregar², Teuku Armansyah³, Hamdan², Arismunandar⁴, dan Muhammad Rifki⁴

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

²Laboratorium Reproduksi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

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

⁴Program Studi Pendidikan Dokter Hewan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

E-mail: tongku.siregar@unsyiah.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh induksi superovulasi dengan *pregnant mare's serum gonadotropin (PMSG)* dan *follicle stimulating hormone (FSH)* terhadap peningkatan level steroid sapi aceh. Penelitian ini menggunakan 6 ekor sapi aceh betina dengan status tidak bunting, minimal 2 bulan pasca partus, sudah pernah beranak, dan sehat secara klinis. Sapi dibagi atas dua kelompok, masing-masing 3 ekor untuk tiap kelompok. Pada kelompok I, sapi diinjeksi dengan 1.500 IU PMSG pada hari ke-9 yang diikuti dengan penyuntikan 5 ml prostaglandin pada hari ke-11. Pada kelompok II, hari ke-9 sampai hari ke-12, sapi diinjeksi dengan FSH dua kali sehari (pagi dan sore, 08.00 dan 16.00 WIB) menggunakan dosis bertingkat yakni 3-3, 2-2, 1-1, dan 0,5-0,5 ml. Pada hari ke-11 sapi diinjeksi dengan 2,5 ml prostaglandin (pagi dan sore, 08.00 dan 16.00 WIB). Koleksi darah untuk pemeriksaan estrogen dilakukan ketika sapi memperlihatkan gejala berahi (saat inseminasi) setelah pemberian PMSG dan FSH yang diikuti dengan pemberian prostaglandin (berahi sesudah superovulasi) sedangkan koleksi darah untuk pemeriksaan konsentrasi progesteron dilakukan pada hari ke-7 setelah inseminasi. Pengukuran konsentrasi estrogen dan progesteron dilakukan dengan metode *enzymelinkedimmunosorbant assay (ELISA)*. Konsentrasi estrogen pada saat estrus setelah induksi superovulasi dengan PMSG dan FSH masing-masing adalah $89,46 \pm 2,46$ dan $54,62 \pm 9,91$ pg/ml sedangkan konsentrasi progesteron pada hari ke-7 setelah inseminasi masing-masing adalah $14,78 \pm 2,33$ dan $17,40 \pm 5,8$ ng/ml. Hormon PMSG mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam meningkatkan konsentrasi estrogen pada saat berahi tetapi hormon FSH mempunyai kemampuan yang lebih baik dibandingkan dengan hormon PMSG dalam meningkatkan konsentrasi progesteron hari ke-7 setelah inseminasi.

Kata kunci: sapi aceh, PMSG, FSH, estrogen, progesteron

ABSTRACT

The aim of this research is to know the influence of superovulation induced by PMSG and FSH on the increased of aceh cattle steroid hormone concentration. This research used 6 female aceh cattle with the conditions of unpregnant, at least two months post partus, have birth before, and clinically healthy. Cattle were allotted into two treatment groups, 3 cattle each. Cattle in group I were injected with 1,500 IU PMSG on day 9th followed by 5 ml prostaglandin injection on day 11th. Cattle in group II were injected with FSH on day 9th-12th, twice a day (at 08.00 AM and 04.00 PM) using a decrease dose of 3-3, 2-2, 1-1, and 0.5-0.5 ml. Then, on day 11th they were injected with 2.5 ml prostaglandin (08.00 AM and 04.00 PM). Blood collecting were performed when the cattle showed estrous symptoms after PMSG and FSH injection and followed by prostaglandin injection (estrous after superovulasi) and the blood collecting for progesterone concentration measurement were done on day 7th after insemination. Estrogen and progesterone concentrations were measured using *enzymelinkedimmunosorbant assay (ELISA)*. The results showed that estrogen concentration on estrous after induced by PMSG and FSH were 89.46 ± 2.46 and 54.62 ± 9.91 pg/ml while progesterone concentration on day 7th after insemination were 14.78 ± 2.33 and 17.40 ± 5.8 ng/ml. In conclusion, PMSG is able to increase estrogen concentration higher than FSH, but FSH is able to increase progesterone concentration on day 7th after insemination higher than PMSG.

Key words: aceh cattle, PMSG, FSH, estrogen, progesterone

PENDAHULUAN

Sampai saat ini terdapat dua tipe hormon yang paling sering digunakan untuk tujuan superovulasi yakni *pregnant mare's serum gonadotropin (PMSG)* dan *follicle stimulating hormone (FSH)*. Kedua hormon ini masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan. Bila dibandingkan dengan penggunaan PMSG, respons ovarium oleh hormon FSH biasanya lebih baik karena lebih banyak menghasilkan ovulasi, jumlah folikel anovulasi lebih sedikit, lebih banyak embrio yang dapat diperoleh, dan kualitas embrio lebih baik. Kelemahan dari FSH adalah sukar diperoleh di pasar domestik, harganya relatif mahal, dan pemberiannya harus

berulang-ulang sehingga mengakibatkan stres dan menurunkan kualitas embrio (Putro, 1996). Rendahnya respons superovulasi menggunakan hormon FSH disebabkan pemberian berulang-ulang, dapat diatasi dengan melarutkan FSH dalam pelarut *polyvinylpyrrolidone (PVP)* secara intramuskular atau subkutan.

Hormon PMSG merupakan glikoprotein kompleks yang mempunyai aktivitas biologis seperti FSH dan LH, meskipun aktivitas FSH lebih dominan. Hormon PMSG mengandung asam sialat 10,8% yang berfungsi mencegah degradasi glikoprotein hormon oleh hati. Pada sapi, PMSG mempunyai daya kerja yang cukup panjang waktu paruhnya, yakni antara 2-5 hari, sedangkan residunya tetap ada dalam sirkulasi darah

sampai 10 hari (Putro, 1996). Dosis PMSG yang dianjurkan pada sapi adalah 1.500-3.000 IU yang disuntikkan secara intramuskular (Anonimus, 1995).

Respons ovulasi akibat pemberian gonadotropin pada peristiwa superovulasi dapat diindikasikan oleh beberapa parameter. Salah satu parameter keberhasilan induksi superovulasi adalah konsentrasi hormon steroid yakni estrogen dan progesteron. Pada sapi yang disuperovulasi, puncak konsentrasi estradiol-17 β terjadi pada saat hormon LH mencapai puncaknya (Dieleman and Bevers, 1987 yang disitasi Alfuraiji *et al.*, 1993).

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 ambung betina, dan pertumbuhan ambung (Wodzicka-Tomaszewska *et al.*, 1991). Peningkatan jumlah folikel yang berkembang dapat diindikasikan oleh tingginya konsentrasi estradiol pada saat berahi sedang peningkatan jumlah ovulasi dapat diindikasikan oleh tingginya konsentrasi progesteron pada fase luteal. Peningkatan konsentrasi progesteron akan diikuti dengan meningkatnya jumlah anak per kelahiran. Siregar (2002) membuktikan bahwa konsentrasi progesteron pada pertengahan kebuntingan berhubungan dengan jumlah anak yang akan dilahirkan.

Informasi mengenai respons steroid setelah induksi superovulasi pada sapi aceh belum pernah dilaporkan. Oleh karena itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan salah satu indikator keberhasilan superovulasi dalam rangkaian kegiatan transfer embrio dalam upaya meningkatkan populasi sapi aceh.

MATERI DAN METODE

Dalam penelitian ini digunakan 6 ekor sapi aceh betina dengan status tidak bunting, minimal 2 bulan pasca partus, sudah pernah beranak, dan sehat secara klinis. Sapi dibagi atas dua kelompok, masing-masing 3 ekor untuk tiap kelompok. Seluruh sapi diinsersikan *controlled internal drug release* (CIDR-B) ke dalam vagina selama 10 hari. Setelah CIDR-B diangkat, sapi disuntik dengan 2 ml estrogen (Cidirol). Satu hari setelah penyuntikan CIDR-B, seluruh sapi memperlihatkan gejala estrus. Hari ketika sapi menunjukkan gejala estrus dihitung sebagai hari ke-0. Selanjutnya, sapi akan dikelompokkan menjadi 2 kelompok, masing-masing mendapat protokol superovulasi dengan PMSG (Kelompok I, K1) dan FSH (Kelompok II, KII).

Pada KI, hari ke-9 sampai hari ke-12, sapi diinjeksi dengan FSH dua kali sehari (pagi dan sore, 08.00 dan 16.00 WIB) menggunakan dosis bertingkat yakni 3-3, 2-2, 1-1, dan 0,5-0,5 mg. Pada hari ke-11 sapi diinjeksi dengan 2,5 ml prostaglandin (pagi dan sore, 08.00 dan 16.00 WIB). Protokol perlakuan superovulasi dengan FSH ini sesuai dengan protokol yang dikembangkan oleh Anonimus (1995). Pada KII, sapi diinjeksi dengan 1.500 IU PMSG pada hari ke-9 yang diikuti dengan penyuntikan 5 ml prostaglandin pada hari ke-11. Protokol perlakuan

superovulasi dengan PMSG ini sesuai dengan protokol yang dianjurkan oleh Putro (1996).

Inseminasi

Observasi berahi dilakukan secara visual dan dengan bantuan pejantan 2 kali sehari masing-masing pada pukul 08.00 dan 16.00 WIB. Sapi yang memperlihatkan gejala berahi pada pagi hari (*standing heat*) diinseminasi pada sore hari pada hari yang sama sedangkan sapi yang memperlihatkan gejala berahi pada sore hari (*standing heat*) diinseminasi pada pagi hari pada keesokan harinya.

Pengambilan Sampel Darah

Koleksi darah dilakukan ketika sapi memperlihatkan gejala berahi setelah pemberian PMSG dan FSH yang diikuti dengan pemberian prostaglandin dan hari ke-7 setelah inseminasi. Serum darah untuk pengukuran konsentrasi hormonal diambil dari vena jugularis sapi menggunakan *disposable syringe* 10 ml. Darah yang diambil dimasukkan dalam tabung reaksi dan ditempatkan dalam termos berisi es. Darah kemudian dibawa ke laboratorium untuk diambil serumnya dan didiamkan selama 30 menit sebelum dilakukan sentrifus. Sentrifus dilakukan dengan kecepatan 2.500 rpm selama 15 menit. Serum kemudian diambil dari tabung dengan pipet mikro dan dimasukkan dalam eppendorf. Serum disimpan dalam *freezer* sampai saat digunakan untuk analisis hormonal. Pengukuran konsentrasi estrogen dan progesteron dilakukan dengan metode *enzymelin-kedimmunosorbanassay* (ELISA) menggunakan kit estrogen dan progesteron (*Eucardio Laboratory Inc.*).

Analisis Data

Data konsentrasi estrogen dan progesteron sesudah prosedur superovulasi dianalisis dengan menggunakan uji t.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Estrogen

Dari hasil penelitian diperoleh rata-rata (\pm SD) konsentrasi estrogen pada saat estrus setelah induksi superovulasi dengan PMSG dan FSH masing-masing adalah $89,45 \pm 2,46$ dan $54,62 \pm 9,91$ pg/ml. Konsentrasi estrogen pada saat estrus sesudah induksi superovulasi dengan PMSG dan FSH menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan ($P < 0,01$) seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsentrasi estrogen sapi aceh setelah pemberian hormon superovulasi PMSG dan FSH (pg/ml)

| Konsentrasi estrogen (pg/ml) | |
|------------------------------|--------------------|
| PMSG | FSH |
| 87,20 | 45,98 |
| 92,08 | 52,45 |
| 89,08 | 65,44 |
| $89,46 \pm 2,46^a$ | $54,62 \pm 9,91^b$ |

^a ^bSuperskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Konsentrasi estradiol pada penelitian ini cenderung memperlihatkan peningkatan dibandingkan konsentrasi estradiol pada saat estrus sebelum superovulasi meskipun data tersebut pada penelitian ini tidak diukur. Konsentrasi estrogen pada saat berahi sebelum superovulasi pada 3 zona agro-ekologi yakni *Southern irrigated*, *Northern irrigated*, dan *Arid* masing-masing adalah $35,88 \pm 0,71$; $34,59 \pm 0,33$; dan $41,87 \pm 0,67$ pg/ml (Ali *et al.*, 2009). Pada sapi di Israel, konsentrasi estrogen pada saat tidak bunting adalah $9,6 \pm 0,7$ pg/ml (Shore *et al.*, 1998).

Jika dibandingkan dengan respons superovulasi sapi Sahiwal yang diinduksi dengan FSH pada 3 kelompok perlakuan yakni sapi dengan respons superovulatori baik, sedang, dan buruk terlihat bahwa konsentrasi estradiol pada penelitian ini relatif lebih tinggi. Konsentrasi estradiol pada kelompok respons baik, sedang, dan buruk pada penelitian tersebut masing-masing adalah $28,81 \pm 5,12$; $14,80 \pm 1,16$; dan $10,08 \pm 1,23$ pg/ml (Prasad *et al.*, 2003). Alcivar *et al.* (1992) melaporkan konsentrasi estradiol pada sapi dara pada saat estrus hasil induksi dengan FSH secara intravena dan intramuskular masing-masing adalah 33 dan 42 pg/ml. Hasil tersebut relatif sama dengan penelitian ini.

Konsentrasi estradiol pada saat estrus pada sapi yang diinduksi dengan PMSG lebih tinggi dibandingkan hasil induksi dengan FSH ($P < 0,01$). Lopez-Barbella *et al.* (1979) melaporkan terdapat korelasi yang kuat antara konsentrasi estrogen pada saat berahi dengan jumlah *corpus luteum* (CL). Konsentrasi estrogen sebelum superovulasi lebih rendah dari 5 pg/ml, meningkat menjadi $13,6 \pm 2,1$ pg/ml pada sapi yang memiliki satu CL dan $14,3 \pm 7,9$ pg/ml pada sapi yang memiliki 2-3 CL.

Hormon PMSG mempunyai kandungan asam saliat yang tinggi sehingga menghasilkan folikel yang berlebihan dan kadar estrogen di dalam darah menjadi lebih tinggi (Madyawati *et al.*, 2002). Sekresi biologis PMSG mempunyai daya kerja merangsang terbentuknya folikel, pertumbuhan sel-sel *interstitial* dan terbentuk sel-sel luteal, akan tetapi derajat daya kerja PMSG ini berbeda-beda. Pada umumnya unsur-unsur seperti FSH dan LH terdapat dalam PMSG (Nalbandov, 1990). Hal ini juga dikatakan oleh Hafez dan Hafez (2000), bahwa sekresi PMSG akan menstimulasi perkembangan folikel dan hanya sedikit pengaruhnya pada luteinisasi. Hormon PMSG mempunyai efektivitas yang tinggi dalam menimbulkan superovulasi karena PMSG mempunyai waktu paruh yang panjang yaitu 123 jam, sehingga walaupun pengaruh superovulasi telah tercapai PMSG masih dapat merangsang perkembangan folikel (Sumaryadi dan Manalu, 1995).

Bindon dan Piper (1982), menyatakan bahwa PMSG mempunyai aktivitas yang mirip FSH dan LH sehingga akan meningkatkan pertumbuhan folikel. Dengan pertumbuhan folikel ini maka secara otomatis kadar estradiol akan meningkat. Salisbury dan Van Demark (1985), menyatakan bahwa dengan adanya

pertumbuhan folikel maka secara berangsur-angsur kadar estradiol dalam darah akan meningkat. Hal ini disebabkan karena folikel yang sedang tumbuh akan menghasilkan cairan folikel dan estradiol menjadi lebih banyak. Respons ovulasi akibat pemberian PMSG pada sapi telah dilaporkan banyak peneliti dengan hasil yang bervariasi, namun secara umum kualitas embrio yang dihasilkan tergolong rendah (Siregar *et al.*, 2004).

Peningkatan konsentrasi estrogen setelah superovulasi sesuai dengan konsentrasi puncak estrogen pada sapi potong dara yang diinduksi superovulasi dengan *human menopausal gonadotropin* (hMG) yakni $46,0 \pm 11,0$ pg/ml. Konsentrasi puncak diperoleh 60 jam setelah pemberian hMG yakni ketika sapi memperlihatkan gejala estrus. Peningkatan konsentrasi estrogen dihasilkan dari peningkatan pertumbuhan folikel (Alcivar *et al.*, 1992).

Konsentrasi Progesteron

Dari hasil penelitian diperoleh rata-rata (\pm SD) konsentrasi progesteron sesudah superovulasi dengan PMSG dan FSH masing-masing adalah $14,78 \pm 2,33$ dan $17,40 \pm 5,8$ ng/ml. Konsentrasi progesteron setelah induksi dengan FSH lebih tinggi dibandingkan hasil induksi dengan PMSG ($P < 0,05$) seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Konsentrasi progesteron sapi aceh setelah pemberian hormon superovulasi dengan PMSG dan FSH dan (ng/ml)

| Konsentrasi progesteron (ng/ml) | |
|---------------------------------|--------------------|
| PMSG | FSH |
| 16,44 | 12,90 |
| 12,12 | 24,00 |
| 15,80 | 15,30 |
| $14,78 \pm 2,33^a$ | $17,40 \pm 5,84^b$ |

^a ^bSuperskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Perbedaan konsentrasi progesteron pada kedua kelompok ini sesuai dengan pendapat Walsh *et al.* (1993) yang menyatakan penggunaan FSH lebih menghasilkan banyak ovulasi, jumlah folikel yang anovulasi lebih sedikit, lebih banyak embrio yang diperoleh, dan kualitas embrio lebih baik. Hormon PMSG merupakan hormon gonadotropin eksogen yang sangat potensial dalam menimbulkan respons superovulasi pada ternak sapi. Jumlah folikel yang terstimulasi oleh PMSG untuk tumbuh, berkembang dan matang cukup tinggi, akan tetapi yang ovulasi dan berkembang menjadi CL masih rendah sehingga konsentrasi progesteron relatif lebih rendah. Folikel yang ovulasi akan menetap menjadi folikel persisten (Anonimus, 2008). Bila dibandingkan dengan penggunaan PMSG, respons ovarium terhadap hormon FSH biasanya lebih baik karena lebih banyak menghasilkan ovulasi dan jumlah folikel anovulasi lebih sedikit (Adam *et al.*, 2001).

Konsentrasi progesteron yang pada sapi yang diinduksi dengan FSH pada penelitian ini lebih rendah dibanding hasil yang diperoleh oleh

Quaresma *et al.* (2003) yang menginduksi sapi dengan 2 preparat FSH yang berbeda yakni masing-masing sebesar $29,8 \pm 5,4$ dan $15,3 \pm 3,7$ ng/ml. Variasi yang ditemukan kemungkinan berhubungan dengan perbedaan preparat superovulasi dan *breed* sapi yang digunakan.

Konsentrasi progesteron pada kedua kelompok perlakuan rata-rata di atas >5 ng/ml yang berarti telah berada di atas level basal (Appavu dan Holtz, 1992). Konsentrasi tersebut mengindikasikan bahwa CL sudah berada pada fase fungsional. Hal ini disebabkan mulai hari ke-4 konsentrasi progesteron akan meningkat secara gradual dan mencapai puncaknya pada pertengahan siklus estrus (Akusu *et al.*, 2006). Siregar *et al.* (2001) melaporkan bahwa konsentrasi progesteron pada hari ke-7 setelah inseminasi pada kambing yang diinduksi dengan PMSG dan hCG adalah $10,55 \pm 2,57$ ng/ml. Pada kambing yang diinduksi dengan FSH konsentrasi progesteron mulai meningkat (>5 ng/ml) 24 jam setelah perkawinan (Suyadi, 2000).

Progesteron dan estradiol adalah hormon yang mempunyai beberapa aplikasi praktis dalam manajemen reproduksi ternak. Kedua hormon tersebut terlibat dalam manifestasi estrus, proses ovulasi, regresi siklus CL, dan kebuntingan. Konsentrasi progesteron dalam serum sering digunakan untuk prediksi fungsi CL pada hewan domestik selama fase luteal (Scaramuzzi *et al.*, 1993). Salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui keberhasilan superovulasi adalah progesteron yang dihasilkan oleh CL. Jumlah CL berkorelasi positif dengan konsentrasi progesteron. Untuk jumlah CL 0, 1, 2, 3, dan >3 kadar progesteron masing-masing adalah $0,0 \pm 0,0$, $3,21 \pm 0,13$, $4,21 \pm 0,36$, dan $5,17 \pm 1,15$ ng/ml (Sumaryadi dan Manalu, 1995). Selanjutnya, Siregar (2002) menambahkan bahwa konsentrasi progesteron selama periode pembentukan CL berhubungan dengan jumlah CL, sedangkan konsentrasi progesteron pada pertengahan kebuntingan berhubungan dengan jumlah anak yang akan dilahirkan.

KESIMPULAN

Hormon PMSG mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam meningkatkan konsentrasi estrogen pada saat berahi tetapi hormon FSH mempunyai kemampuan yang lebih baik dibandingkan dengan hormon PMSG dalam meningkatkan konsentrasi progesteron hari ke-7 setelah inseminasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional Republik Indonesia, yang telah memberikan dana penelitian melalui Hibah Kompetitif Sesuai Prioritas Nasional Batch I Tahun Anggaran 2009.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, M., G. Riady, dan Azhari. 2001. Respons ovarium dan tingkat koleksi embrio setelah superovulasi pada kambing lokal. **J. Medika Vet.** 1(1):9-12.
- Akusu, M.O., E. Nduka, and G.N. Egbunike. 2006). Peripheral Plasma Levels of Progesterone and Oestradiol-17B of West African Dwarf Goat During the Oestrous Cycle. <http://www.ilri.cgiar.org>.
- Alcivar, A.A., R.R. Maurertv, and L.L. Anderson. 1992. Endocrine changes in beef heifers superovulated with Follicle-Stimulating Hormone (FSH-P) or Human Menopausal Gonadotropin. **J. Anim. Sci.** 70:224-231.
- Alfurajji, M.M., T. Atkinsonb, P.J. Broadbenta, and J.S.M. Hutchinson. 1993. Superovulation in cattle using PMSG followed by PMSG-monoclonal antibodies. **Anim. Reprod. Sci.** 33:99-109.
- Ali, M.A., L.A. Lodhi, I. Ahmad, and M. Younas. 2009. Serum progesterone and estradiol-17 β profiles in Nili Ravi buffaloes (*Bubalus bubalis*) with and without retention of fetal membranes. **Pakistan Vet. J.** 29(2):64-66.
- Anonimus. 1995. **Penuntun Pelatihan Transfer Embrio pada Sapi**. Puslitbang Bioteknologi-LIPI dan Peternakan Tri 'S' Tapos Jakarta.
- Anonimus. 2008. Kajian Aplikasi hCG pada Superovulasi PMSG dalam Usaha Peningkatan Hasil Panen Serta Aplikasi Metoda *Direct* Transfer Dalam Kriopreservasi Embrio Sapi Perah. http://web.ipb.ac.id/1ppm/ID/index.php?view=penelitian_hasil_cari&status=buka&id_haslit591.3+SUP+K.
- Appavu, G.A. and W. Holtz. 1992. Relationship Between Serum Progesterone Concentration and Number of Corpora Lutea in Superovulated Does. In **Recent Advances in Goat Production**. R.R. Lokeshwar (ed.). Nutan Printers, New Delhi, India.
- Bindon, B.M. and L.R. Piper. 1982. Physiological basis of the ovarian response to PMSG in sheep and cattle. In Embryo transfer in cattle, sheep and goats. **Aus. Soc. Reprod. Biol.** 1-4.
- Hafez, B. and E.S.E. Hafez. 2000. **Reproduction in Farm Animals**. 7th ed. Lippincot Wiliams & Wilkins, Philadelphia.
- Hardjopranjoto, S. 1995. **Ilmu Kemajiran pada Ternak**. Airlangga University Press, Surabaya.
- Lopez-Barbella, S.R., A.C. Warnick, T.H. Wise, and M.J. Fields. 1979. Endocrine response of the cow to PMSG and subsequent multiple corpora lutea regression by prostaglandin F₂-alfa. **Anim. Sci.** 48(5):1135-1142.
- Madyawati, S.P., A. Samik, dan E. Safitri. 2002. Efektivitas pemberian antibodi poliklonal anti PMSG terhadap produksi oosit dan embrio mencit. library@lib.unair.ac.id.
- Nalbandov, A.V. 1990. **Fisiologi Reproduksi pada Mamalia dan Unggas**. (Diterjemahkan S. Keman). Edisi 3. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Prasad, S., S.N. Maurya, and V.P. Varshney. 2003. Serum progesterone and estradiol 17 β concentration in relation to superovulatory response in embryo donor (Sawihal) and conception rate in embryo recipient (Crossbred) cattle. **Indian J. Anim. Sci.** 73(4):353-356.
- Putro, P.P. 1996. Teknik superovulasi untuk tranfer embrio pada sapi. **Bull. FKH UGM XIV**(1):1-20.
- Quaresma, M.A., L.L. da Costa, and J.R. Silva. 2003. Superovulation of Mertolenga cows with two FSH preparations (FSH-P and Folltropin). **RPCV** 98(546):81-84.
- Salisbury, G.W. dan N.L. Vandemark. 1985. **Fisiologi Reproduksi dan Inseminasi Buatan pada Sapi**. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Scaramuzzi, R.J., N.R. Adams, D.T. Baird, B.K. Campbell, J.A. Downing, J. Findlay, K.M. Henderson, G. B. Martin, K. P. Macnatty, A. S. McNeilly, and C.G. Tsonis 1993. A model for follicle selection and the determination of ovulation rate in the ewe. **Reprod. Fertil. Dev.** 5:459-479.
- Shore, L.S., C. Rios, S. Marcus, M. Berstein, and M. Shemesh. 1998. Relationship between peripheral estrogen concentrations at insemination and subsequent fetal loss in cattle. **Theriogenology** 50(1):101-107.
- 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., G. Riady, Al-Azhar, H. Budiman, dan T. Armansyah. 2001. Pengaruh pemberian prostaglandin secara intravulvasubmukosal terhadap tampilan reproduksi kambing lokal. **J. Medika Vet.** 1(2):61-65.
- Siregar, T.N., N. Areuby, G. Riady, dan Amiruddin. 2004. Efek pemberian PMSG terhadap respons ovarium dan kualitas embrio kambing lokal prepuber. **Media Kedokteran Hewan** 20(3):108-112.
- Sumaryadi, M.Y. and W. Manalu. 1995. The effect of corpora lutea number on serum progesteron and estradiol of ewes during luteal phase of estrous cycle and pregnancy. **Bull. Anim. Sci.**:231-235.
- Suyadi. 2000. Hubungan antara jumlah corpora lutea dengan konsentrasi progesteron plasma pada awal kebuntingan kambing. **JIP** 10(1):1-5.
- Walsh, J.H., R. Mantovani, R.T. Doby, E.W. Overstrom, J.R. Dobrinsky, J.F. Roche, and M.P. Bolland. 1993. Superovulatory respon in beef heifers following once or twice daily pFSH injection. **Theriogenology** 39:335-341.
- Wodzicka-Tomaszewska, M., I.K. Utama, I.G. Putu, dan T.D. Chaniago. 1991. **Reproduksi, Tingkah Laku dan Produksi Ternak di Indonesia**. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.