

# KORELASI FOLIKEL DOMINAN AKIBAT PENYUNTIKAN HORMON *PREGNANT MARE SERUM GONADOTROPIN (PMSG)* DENGAN PENINGKATAN RESPONS BERAHI PADA KAMBING KACANG

## *Correlation of Stimulated Dominant Follicle by Pregnant Mare Serum Gonadotropin Injection with Estrous Response in Kacang Goat*

Andriyanto<sup>1</sup>, Amrozi<sup>2</sup>, Min Rahminiwati<sup>1</sup>, Arief Boediono<sup>1</sup>, dan Wasmen Manalu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Anatomi, Fisiologi, dan Farmakologi, Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor, Bogor

<sup>2</sup>Departemen Klinik, Reproduksi, dan Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor, Bogor

E-mail: andrifartok@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penyuntikan *pregnant mare serum gonadotropin* (PMSG) terhadap peningkatan respons berahi kambing kacang. Sebanyak 20 ekor kambing kacang betina dewasa kelamin dibagi secara acak ke dalam 5 perlakuan dosis penyuntikan PMSG, yaitu 0,0 (K1); 1,0 (K2); 7,5 (K3); 15,0 (K4); dan 20,0 (K5) IU/kg bobot badan dan diulang 4 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada K3, K4, dan K5 terjadi peningkatan jumlah folikel dominan, total diameter folikel dominan, total volume folikel dominan, dan konsentrasi estrogen dalam serum darah ( $P < 0,05$ ), serta menunjukkan gejala berahi yang lebih jelas dibandingkan K1. Konsentrasi estrogen dalam serum darah memiliki korelasi positif dengan jumlah folikel dominan, total diameter folikel dominan, total volume folikel dominan, onset berahi, durasi berahi, perubahan vulva menjadi merah, kebengkakan vulva, peningkatan respons betina terhadap pejantan, dan pergerakan ekor pada saat berahi atau *fleging* berturut-turut sebesar 53,10; 82,60; 48,80; 53,0; 45,50; 39,40; 32,60; 32,60; dan 80,20% dengan pola kuadratik. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa penyuntikan PMSG pada dosis 7,5; 15,0; dan 20,0 IU/kg bobot badan mampu meningkatkan konsentrasi estrogen dan respons berahi kambing kacang.

Kata kunci: berahi, estrogen, kambing kacang, penyuntikan, PMSG

### ABSTRACT

The research was conducted to study the effect of PMSG injection on the improvement of estrous response in kacang goat. Twenty female mature kacang goats were assigned into a completely randomized design with 5 treatments and 4 replications. The treatments were the doses of PMSG injection i.e., 0, 1, 7.5, 15, 20 IU/kg bw. The result of this experiment showed that PMSG injection at doses of 7.5, 15, and 20 IU/kg bw increased the number of dominant follicles, total diameter of dominant follicles, total volume of dominant follicles, and serum estrogen concentration ( $P < 0.05$ ), with estrous response was clearly higher than that of control group. Serum estrogen concentration had positive correlation with total number of dominant follicle, total diameter of dominant follicle, total volume of dominant follicle, onset estrous, duration of estrous, kacang goats showing change of vulva color, vulva swelling, bucks receptivity, and flegging as 53.10, 82.60, 48.80, 53, 45.50, 39.40, 32.60, 32.60, and 80.20%, respectively by quadratic pattern. It was concluded that PMSG injection at the doses of 7.5, 15, and 20 IU/kg bw could increase estrogen secretion that improves estrous response in kacang goat.

Key words: estrous, estrogen, kacang goat, injection, PMSG

### PENDAHULUAN

Kambing kacang dilaporkan memiliki gejala berahi yang tidak terlihat jelas sehingga sulit untuk mengamati periode berahi hewan tersebut (Santoso *et al.*, 2014). Gejala berahi yang tidak jelas teramati ini menjadi salah satu faktor yang membuat penurunan reproduksi dan keterlambatan deteksi berahi (Dewi *et al.*, 2011). Rendahnya efisiensi reproduksi kambing di daerah tropis menurut Siregar *et al.* (2010) disebabkan oleh rendahnya fertilitas, gejala berahi tidak jelas teramati, sehingga waktu perkawinan sulit ditentukan.

Hormon steroid yang berhubungan dengan gejala berahi ialah estrogen (estradiol). Hormon estradiol merupakan hormon yang dihasilkan oleh sel granulosa dan sel teka folikel dominan dan folikel de Graff pada ovarium (Bao *et al.*, 1995) yang memiliki fungsi untuk merangsang berahi, menimbulkan sifat kelamin sekunder, dan sinyal tumbuh kembang kelenjar ambing sejak awal kebuntingan (Pratt *et al.*, 1991; Manalu *et*

*al.*, 2000). Konsentrasi estradiol dapat ditingkatkan dengan menstimulasi peningkatan jumlah folikel dominan yang berkembang (Amiruddin *et al.*, 2013). Peningkatan jumlah folikel dominan dapat dilakukan dengan penyuntikan *follicle stimulating hormone* atau FSH (Siregar *et al.*, 2012), imunisasi anti-inhibin (Siregar dan Armansyah, 2011), dan penyuntikan *pregnant mare serum gonadotropin* atau PMSG (Amiruddin *et al.*, 2013).

Hormon PMSG merupakan sediaan yang mempunyai aktivitas mirip FSH dan *luteinizing hormone* (LH) sehingga pemberian sediaan ini mampu meningkatkan tumbuh kembang folikel (Bindon dan Piper, 1982; Nalbandov, 1990) yang selanjutnya meningkatkan konsentrasi estrogen di dalam darah (Sumaryadi dan Manalu, 1995; Madyawati *et al.*, 2002). Peningkatan konsentrasi estrogen ini berpengaruh terhadap respons berahi yang ditimbulkan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penyuntikan PMSG terhadap peningkatan respons berahi kambing kacang.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan kambing kacang betina yang telah dewasa kelamin dan tidak bunting dengan kisaran bobot badan antara 20-25 kg, sudah pernah melahirkan, dan umur sekitar 2 tahun. Kambing-kambing tersebut dipelihara di dalam kandang percobaan secara berkelompok. Setiap hari, kambing percobaan diberi makan sebanyak 3 kali yang terdiri atas rumput gajah pada pagi dan sore hari serta konsentrat pada siang hari sebanyak 0,5 kg/ekor/hari. Hijauan dan air minum diberikan *ad libitum*. Sebelum diberikan perlakuan, kambing percobaan di-aklimatisasikan selama 1 bulan. Pada tahap ini kambing percobaan diberikan vitamin B kompleks dan antelmintik.

Selanjutnya, 20 ekor kambing percobaan dibagi secara acak ke dalam 5 perlakuan dan 4 ulangan, yaitu penyuntikan hormon PMSG dosis 0,0 (kontrol, K1); 1,0 (K2); 7,5 (K3); 15,0 (K4); dan 20,0 (K5) IU/kg bobot badan. Sebelum perlakuan, siklus berahi kambing percobaan diserentakkan dengan penyuntikan prostaglandin F2 alfa (PGF2 $\alpha$ , Norbrook, UK) dengan dosis 0,7 mg/kg bobot badan sebanyak dua kali dengan interval sebelas hari. Hormon PMSG (Gonaser, Spanyol) disuntikkan sesuai dengan dosis perlakuan bersamaan dengan penyuntikan PGF2 $\alpha$  yang kedua.

Pengamatan dilakukan terhadap folikel dominan, konsentrasi hormon estrogen, dan perubahan organ reproduksi (vagina) pada hari ke-2 pascapenyuntikan hormon PMSG. Pengamatan perkembangan folikel ovarium dilakukan dengan *ultrasonography* (USG ALOKA model SSD-500 dengan *linear probe* 7.5 MHz buatan ALOKA Co. LTD, Tokyo, Jepang) bersamaan dengan pengambilan darah untuk analisis hormon. Folikel yang diukur ialah folikel dominan atau folikel yang memiliki diameter lebih dari 4 mm (Santoso *et al.*, 2014) dan total volume folikel dominan. Volume folikel dominan dihitung dengan persamaan  $\frac{4}{3} \times r^3 \times \pi$  ( $r$ = radius [ $W/2 + H/2$ ]/2;  $W$ = diameter terjauh folikel dominan;  $H$ = diameter terdekat folikel dominan, dan  $\pi$ = 3,14159) seperti yang dikembangkan oleh Pulley *et al.* (2013).

Pengukuran konsentrasi hormon estrogen dilakukan pada serum darah dengan menggunakan metode *enzyme-linked immunosorbent assay* (ELISA, EIA1561 DRG International Inc.). Pengamatan visual organ reproduksi dilakukan dengan mengamati persentase jumlah betina yang menunjukkan gejala berahi (kenaikan suhu vagina, jumlah kambing betina yang mengalami perubahan warna vulva, kebengkakan vulva, dan lendir mukus dari vulva, serta jumlah kambing betina yang responsif terhadap pejantan). Pengamatan peningkatan respons betina terhadap pejantan pengusik (*teaser*) yang dipasang apron dilakukan setiap 4 jam (Santoso *et al.*, 2014) setelah penyuntikan hormon PMSG. Pengamatan visual organ reproduksi juga digunakan sebagai dasar untuk menentukan onset berahi atau kecepatan timbulnya berahi (jam) dan durasi berahi (Dewi *et al.*, 2011).

## Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji Duncan untuk melihat perbedaan pada setiap perlakuan dan regresi linear untuk melihat korelasi antar variabel pengamatan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyuntikan hormon pada K3, K4, dan K5 dapat meningkatkan jumlah folikel dominan, total diameter folikel dominan, total volume folikel dominan, dan konsentrasi hormon estrogen seperti yang disajikan pada Tabel 1. Konsentrasi estrogen dalam serum darah memiliki korelasi positif dengan jumlah folikel dominan, total diameter folikel dominan, dan total volume folikel dominan berturut-turut sebesar 53,10% ( $r^2 = 0,531$ ); 82,60% ( $r^2 = 0,82$ ), dan 48,80% ( $r^2 = 0,48$ ) dengan pola kuadratik. Secara berurutan, nilai korelasi konsentrasi hormon estrogen dalam serum darah dari yang terbesar ke yang terkecil adalah total diameter folikel dominan, jumlah folikel dominan, dan total volume folikel dominan.

Pada penelitian ini, penyuntikan PGF2 $\alpha$  yang kedua menyebabkan lisisnya korpus luteum. Peran PGF2 $\alpha$  dalam melisis korpus luteum melalui mekanisme apoptosis sel dan aktivasi protein kinase katalitik (PKC) yang menghentikan sintesis progesteron dari kolesterol (Sanger, 2003). Penurunan sintesis hormon progesteron memberikan umpan balik positif terhadap hipofisa anterior untuk mensekresikan hormon FSH dan LH, yang selanjutnya akan menstimulasi folikulogenesis dan ovulasi. Penyuntikan PGF2 $\alpha$  dan PMSG membuat efek folikulogenesis semakin terstimulasi yang merupakan konsekuensi dari hadirnya FSH endogen (dari dalam tubuh) dan FSH eksogen (PMSG). Hormon PMSG merupakan hormon glikoprotein yang memiliki waktu paruh 2-5 hari, memiliki residu sampai dengan 10 hari, dan memiliki mekanisme kerja seperti hormon FSH dan LH (Putro, 1996). Kandungan asam sialat dalam hormon PMSG membuat senyawa ini sukar didegradasi di hati sehingga hormon PMSG memiliki waktu paruh yang relatif lama (Madyawati *et al.*, 2002; Hermadi dan Rimayanti, 2008). Aktivitas biologis PMSG yang mirip FSH menstimulasi pertumbuhan folikel, mulai dari folikel primer, sekunder, tersier, dominan, dan de Graff (Armstrong *et al.*, 1983; Bevers *et al.*, 1989; Hafez dan Hafez, 2000). Peningkatan pertumbuhan kembang folikel dominan dan de Graff meningkatkan jumlah sel granulosa dan sel teka pada folikel tersebut sehingga sekresi estrogen mengalami peningkatan. Peningkatan konsentrasi hormon estrogen berhubungan erat dengan ekspresi berahi yang muncul (Jainudeen dan Hafez, 2000).

Hormon estrogen bekerja meningkatkan sensitivitas organ kelamin betina yang ditandai dengan perubahan pada vulva dan keluarnya lendir (Lammoglia *et al.*, 1998). Peningkatan sekresi hormon estrogen dilaporkan juga memiliki hubungan dengan stimulasi berahi, sifat

kelamin sekunder, dan sinyal awal tumbuh kembang kelenjar ambing (Wodzicka-Tomaszewska *et al.*, 1991; Manalu *et al.*, 2000). Peningkatan konsentrasi estrogen dalam serum darah kambing kacang yang disuntikkan hormon PMSG dosis 7,5; 15,0; dan 20,0 IU/kg bobot badan terbukti diekspresikan pada respons berahi. Pada dosis-dosis tersebut persentase jumlah kambing percobaan yang vulvanya mengalami perubahan warna kemerahan, kebengkakan, dan lendir mukus dari vulva, serta jumlah kambing betina berahi yang responsif menerima pejantan, dan gerakan ekor atau *fleging* yang lebih responsif dan tampak jelas dibandingkan dengan kambing kontrol (Tabel 2). Peningkatan konsentrasi estrogen dalam serum darah dilaporkan meningkatkan aliran darah menuju ke alat kelamin betina dan menstimulasi aktivitas sel dalam organ kelamin (Dewi *et al.*, 2011). Akibatnya, warna vulva menjadi lebih merah, temperatur vulva mengalami peningkatan, vulva mengalami kebengkakan, dan sekresi mukus menjadi lebih aktif. Pada periode berahi, peningkatan hormon estrogen berhubungan dengan gerakan-gerakan ekor atau *fleging* (Sanger, 2003).

Kambing pada K3, K4, dan K5 juga memiliki onset berahi yang lebih cepat dan durasi berahi yang lebih lama dibandingkan dengan kambing kontrol (Tabel 2). Berdasarkan hasil yang diperoleh, untuk meningkatkan respons berahi kambing kacang dapat dilakukan dengan menyuntikkan hormon PMSG sebesar 7,5 IU/kg bobot

badan. Secara ekonomis, penyuntikan hormon PMSG pada K3 lebih efisien dibandingkan K4 dan K5 karena dengan dosis yang kecil sudah mampu memperbaiki respons berahi kambing kacang. Onset berahi yang cepat dan durasi berahi yang lebih lama diperkirakan berhubungan dengan peningkatan konsentrasi estrogen pada kambing percobaan yang disuntik hormon PMSG. Pada kambing peranakan Ettawa, konsentrasi nutrisi yang baik memiliki onset berahi yang cepat dengan durasi berahi yang lebih lama (Dewi *et al.*, 2011). Nutrisi yang cukup menentukan peningkatan sintesis hormon estrogen sehingga konsentrasi hormon ini memengaruhi onset dan durasi berahi. Onset berahi bervariasi pada setiap individu yang dipengaruhi oleh aktivitas ovarium, kehadiran korpus luteum yang aktif, nutrisi yang cukup, dan normal tidaknya siklus reproduksi (Sonjaya *et al.*, 1993). Sementara itu, durasi berahi dipengaruhi oleh bangsa, umur, dan musim (Suharyati, 1999).

Konsentrasi hormon estrogen pada kambing kacang memiliki korelasi positif dengan onset berahi dan durasi berahi berturut-turut sebesar 53% ( $r^2=0,53$ ) dan 45,5% ( $r^2=0,45$ ) dengan pola kuadratik. Selain itu, konsentrasi hormon estrogen juga memiliki korelasi positif dengan gejala berahi yang terdiri atas perubahan vulva menjadi merah, kebengkakan vulva, peningkatan respons betina terhadap pejantan, dan pergerakan ekor pada saat berahi atau *fleging* berturut-turut sebesar

**Tabel 1.** Jumlah dominan folikel, total diameter dominan folikel, total volume dominan folikel, konsentrasi hormon estrogen pada hari ke-2 pascapenyuntikan hormon PMSG

	Kontrol	Dosis (IU/kg bobot badan)			
		1,0	7,5	15,0	20,0
Jumlah dominan folikel	2,25±0,25 <sup>c</sup>	3,25±0,25 <sup>de</sup>	3,75±0,48 <sup>cd</sup>	4,50±0,29 <sup>bc</sup>	5,00±0,41 <sup>ab</sup>
Total diameter dominan folikel (mm)	16,88±2,07 <sup>b</sup>	19,25±0,62 <sup>b</sup>	27,03±0,99 <sup>a</sup>	31,45±1,52 <sup>a</sup>	30,50±1,72 <sup>a</sup>
Total volume dominan folikel (mm <sup>3</sup> )	312,18±54,83 <sup>b</sup>	270,38±25,91 <sup>b</sup>	618,86±73,17 <sup>a</sup>	583,60±110,12 <sup>a</sup>	404,64±48,28 <sup>a</sup>
Konsentrasi hormon estrogen (pg/ml)	189,90±3,45 <sup>c</sup>	196,48±1,60 <sup>c</sup>	314,55±25,21 <sup>b</sup>	391,72±17,53 <sup>a</sup>	358,18±5,23 <sup>a</sup>

<sup>a, ab, b, bc, c, cd, de, e</sup>Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

**Tabel 2.** Data pengukuran suhu vulva, persentase kambing kacang yang vulvanya menjadi merah, persentase kambing kacang yang vulvanya mengalami kebengkakan, persentase kambing kacang yang responsif terhadap pejantan, dan persentase kambing kacang yang menggerakkan ekor saat didekati pejantan pengusik (*fleging*) pada hari ke-2 pascapenyuntikan hormon PMSG

	Kontrol (n= 4)	Dosis (IU/kg bobot badan)			
		1 (n= 4)	7,5 (n= 4)	15 (n= 4)	20 (n= 4)
Suhu vulva (° C)	39,25±0,36	38,65±0,42	39,05±0,23	39,20±0,25	38,73±0,15
Kambing yang warna vulvanya menjadi merah (%)	25 (1/4)	25 (1/4)	75 (3/4)	100 (4/4)	100 (4/4)
Kambing yang vulvanya mengalami kebengkakan (%)	25 (1/4)	25 (1/4)	50 (2/4)	50 (2/4)	50 (2/4)
Kambing percobaan yang responsif terhadap pejantan (%)	50 (2/4)	50 (2/4)	100 (4/4)	100 (4/4)	100 (4/4)
Kambing kacang yang menggerakkan ekor saat didekati pejantan pengusik ( <i>fleging</i> ) (%)	0 (0/4)	25 (1/4)	75 (3/4)	100 (4/4)	100 (4/4)
Onset berahi (jam)	27,00±1,91 <sup>a</sup>	23,00±1,00 <sup>ab</sup>	20,00±1,63 <sup>bc</sup>	16,00±1,63 <sup>c</sup>	20,60±1,91 <sup>c</sup>
Durasi berahi (jam)	25,00±2,50 <sup>b</sup>	25,00±3,00 <sup>b</sup>	30,00±1,15 <sup>a</sup>	32,00±1,63 <sup>a</sup>	32,00±1,63 <sup>a</sup>

<sup>a, ab, b, bc</sup>Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

39,4% ( $r^2 = 0,39$ ); 32,6% ( $r^2 = 0,32$ ); 32% ( $r^2 = 0,32$ ); dan 80,2% ( $r^2 = 0,80$ ) dengan pola kuadrat. Hal ini berarti bahwa konsentrasi hormon estrogen memiliki hubungan dalam memengaruhi gejala berahi dari yang terbesar ke yang terkecil secara berurutan ialah pergerakan ekor pada saat berahi, onset berahi, durasi berahi, perubahan vulva menjadi merah, dan kebengkakan vulva. Namun, konsentrasi hormon estrogen pada serum darah kambing kacang tidak memengaruhi suhu vulva dan sekresi lendir mukus pada saat berahi. Sementara itu, konsentrasi hormon estrogen pada serum darah memiliki korelasi positif sebesar 48,7% ( $r^2 = 0,48$ ) dengan gejala berahi secara umum, yaitu kemerahan vulva, kebengkakan vulva, sekresi lendir mukus pada vulva, reseptivitas betina menerima pejantan, dan *fleging*.

### KESIMPULAN

Penyuntikan hormon PMSG dosis 7,5; 15,0; dan 20,0 IU/kg bobot badan mampu meningkatkan sekresi hormon estrogen dalam serum darah yang selanjutnya memperbaiki respons berahi pada kambing kacang. Konsentrasi hormon estrogen memiliki korelasi positif dengan jumlah folikel dominan, total diameter folikel dominan, total volume folikel dominan, onset berahi, durasi berahi, dan gejala berahi.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Institut Pertanian Bogor yang telah membantu pendanaan penelitian ini melalui Program Penelitian Unggulan Strategis Nasional Nomor: 57/IT3.41.2/11/spk/2013 tanggal 2 Mei 2013.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin, T.N. Siregar, T. Armansyah, Hamdan, Arismunandar, dan M. Rifki. 2013. Level steroid sapi aceh yang diinduksi dengan *pregnant mare's serum gonadotropin* (PMSG) dan *follicle stimulating hormone* (FSH). **J. Ked. Hewan.** 7(2):120-124.
- Armstrong, D.T., A.P. Pfizner, G.M. Warnes, M.M. Ralph, and R.F. Seamark. 1983. Endocrine responses of goat after induction superovulation with PMSG and FSH. **J. Reprod. Fertil.** 67:395-401.
- Bao, B., M.G. Thomas, M.K. Griffith, R.C. Burghardt, and G.L. Williams. 1995. Steroidogenic activity, insulin-like growth factor-I production, and proliferation of granulosa and theca cells obtained from dominant preovulatory and nonovulatory follicles during the bovine estrous cycle: Effects of low-density and high-density lipoproteins. **Biol. Reprod.** 53:1271-1279.
- Bevers, M.M., S.J. Dieleman, H.T.M. van Tol, D.M. Blankenstein, and J. van den Broek. 1989. Changes in pulsatile secretion patterns of LH, FSH, progesterone, androstenedione and estradiol in cows after superovulation with PMSG. **J. Reprod. Fertil.** 87:745-754.
- 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. Shelton, J.N., A.O. Trounson, N.W. Moore, and J.W. James. **Proceeding Australian Society of Reproductive Biology.** Canberra: 1-4.
- Dewi, R.R., Wahyuningsih, dan D.T. Widayati. 2011. Respons estrus pada kambing peranakan etawa dengan *body condition score* 2 dan 3 terhadap kombinasi *implant controlled internal drug release* jangka pendek dengan injeksi prostaglandin F2 alpha. **J. Ked. Hewan.** 5(1):11-16.
- Hafez, B. and E.S.E. Hafez. 2000. **Reproduction in Farm Animals.** 7<sup>th</sup> ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Hermadi, H.A. dan Rimayanti. 2008. Pemberian *whole* serum kuda lokal bunting yang disentrifugasi dengan *charcoal* terhadap berahi dan kebuntingan pada sapi potong. **J. Penelitian Medis Eksakta.** 7(1):55-60.
- Jainudeen, M.R. and E.S.E. Hafez. 2000. Cattle and Buffalo. In **Reproduction in Farm Animals.** Hafez, B. and E.S.E. Hafez (Eds.). 7<sup>th</sup> Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Lammoglia, M.A., R.E. Short, S.E. Bellows, M.D. Macneil, and H.D. Hafs. 1998. Induced and synchronized estrus in cattle. **J. Anim. Sci.** 76:1662-1670.
- 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.**
- Manalu, W., M.Y. Sumaryadi, Sudjatmogo, dan A.S. Satyaningtyas. 2000. Effect of superovulation prior to mating on milk production performance during lactation in ewes. **J. Dairy Sci.** 83:477-483.
- Nalbandov, A.V. 1990. **Fisiologi Reproduksi pada Mamalia dan Unggas.** (Diterjemahkan S. Keman). Edisi ke-3. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Pratt, S.L., J.C. Spitzer, G.L. Burns, and B.B. Plyler. 1991. Luteal function, estrous response, and pregnancy rate after treatment with Norgestomet and various dosages of estradiol valerate in suckled cows. **J. Anim. Sci.** 69:2721-2726.
- Pulley, S.L., L.D. Wallace, H.I. Jr. Mellison, and J.S. Stevenson. 2013. Ovarian characteristics, serum concentration of progesterone and estradiol, and fertility in lactating dairy cows in response to equine chorionic gonadotropine. **Theriogenology.** 79:127-134.
- Putro, P.P. 1996. Teknik superovulasi untuk tranfer embrio pada sapi. **Bulletin FKH UGM.** XIV(1):1-20.
- Sanger, P.L. 2003. **Pathways to Pregnancy and Parturition.** 2<sup>th</sup> ed. Current Conceptions, Inc., Washington.
- Santoso, Amrozi, B. Purwantara, dan Herdis. 2014. Gambaran ultrasonografi ovarium kambing kacang yang disinkronisasi dengan hormon prostaglandin F2 alfa (PGF2 $\alpha$ ) dosis tunggal. **J. Ked. Hewan.** 8(1):38-42.
- Siregar, T.N., dan T. Armansyah. 2011. Kinerja berahi kambing yang mengalami induksi superovulasi dengan anti-inhibin. **J. Anim. Product.** 11(1):34-39.
- Siregar, T.N., M.G. Eldora, J. Melia, B. Panjaitan, Yusmadi, dan R.A. Barus. 2012. Kehadiran folikel dominan pada saat inisiasi superovulasi menurunkan respons superovulasi sapi aceh. **J. Ked. Hewan.** 6(2):67-71.
- Siregar, T.N., T. Armansyah, A. Sayuti, dan Syafruddin. 2010. Tampilan reproduksi kambing betina lokal yang induksi berahinya dilakukan dengan sistem sinkronisasi singkat. **J. Veteriner.** 11(1):30-35.
- Sonjaya, H.D., Panturu, dan Y. Rawasiah. 1993. Respons ovarium kambing kacang terhadap perlakuan superovulasi dan suplementasi konsentrat. **Bulletin Ilmu Peternakan dan Perikanan Unhas.** II(5):10-19.
- Suharyati, S. 1999. Pengaruh Pemberian Pregnant Mare Serum Gonadotrophin dan Human Chorionic Gonadotrophin terhadap Kinerja Reproduksi Kambing Peranakan Ettawah yang Disinkronisasi Estrus dengan Progesteron. **Tesis.** Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sumaryadi, M.Y., and W. Manalu. 1995. The effect of corpora luteal number on serum progesterone and estradiol of ewes during luteal phase of estrous cycle and pregnancy. **Bull. Anim. Sci.** :231-235.
- 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.