

RESPON OVARIUM SAPI PERANAKAN ONGOLE DAN SAPI LIMOUSIN TERHADAP INDUKSI *FOLLICLE STIMULATING HORMONE*

Paul B. Tanmaela, Jouke H. Manopo, Mien Th. R. Lapian, Umar Paputungan

Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi Manado 95115

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah mengkaji pengaruh pemberian FSH terhadap tingkat respon ovarium dan mengkaji pengaruh sinkronisasi gelombang folikel terhadap tingkat respon ovarium dan perolehan embrio layak transfer.

Penelitian ini menggunakan data sekunder produksi embrio dari Balai Embrio Ternak Cipelang-Bogor. Data meliputi kode dan jenis ternak donor, hari/tanggal pelaksanaan superovulasi, merk dagang preparat yang dipakai untuk superovulasi, jumlah corpus luteum yang terkoleksi, jumlah embrio grade (A,B,C,D), jumlah embrio yang layak transfer dan jumlah ovum yang tidak terbuahi (*unfertilized=Uf*). Ternak melibatkan sapi Peranakan Ongole (PO) dan sapi Limousin yang pernah beranak, dan pernah dilakukan superovulasi, memiliki BCS 3.0 – 4.0, sehat dan diberi pakan hijauan dan konsentrat (sesuai standart BET). FSH (Folltropin-V) dan PGF₂alfa (Lutalyse) dipakai pada proses ini. Semen yang digunakan adalah berasal dari pejantan (sesuai dengan yang digunakan BET).

Hasil penelitian menunjukkan jumlah corpus luteum (CL) kiri dan kanan hasil induksi FSH berbeda tidak nyata pada kedua bangsa sapi PO dan sapi Limousin. Namun jumlah CL kiri hasil induksi FSH berbeda nyata lebih tinggi pada bangsa sapi Limousin dibandingkan bangsa sapi PO.

Kualitas embrio layak transfer (LT) hasil induksi FSH sangat nyata lebih tinggi dibandingkan embrio degenerative dan unfertile. Kualitas embrio degenerative dan unfertile berbeda tidak nyata antar bangsa sapi PO dan bangsa sapi Limousin. Proporsi embrio layak transfer pada bangsa sapi PO adalah 85,4 persen dan bangsa sapi Limousin adalah 87,4 persen. Angka "*Response rate*" yang menunjukkan perbandingan jumlah betina donor yang respons terhadap jumlah betina yang disuperovulasi dan angka "*Recovery rate*" pada bangsa sapi PO dan sapi Limousin menunjukkan 100%.

Kata Kunci: Induksi "*Follicle Stimulating Hormone*", respon ovarium, sapi Limousin, sapi Peranakan Ongole.

ABSTRACT

OVARIAN RESPONSE OF ONGOLE CATTLE GRADE AND LIMOUSINE CATTLE BREED ON THE FOLLICLE STIMULATING HORMONE INDUCTION. Objectives of this study were to evaluate the effect of Follicle stimulating hormone (FSH) utilization and follicle wave synchronization on ovarian response and transferred embryo. This study was using secondary data of embryo products at "Balai Embrio Ternak Cipelang-Bogor". Data were taken using types of donor female, day and date conducting super ovulation, semen code, number of corpus luteum, numbers of embryo grades

*Korespondensi (*corresponding author*)
Email: manopo_hendrik@yahoo.com

(A,B,C,D), numbers of transferred embryo and numbers of unfertile ovum. This study involved Limousine and Ongole grade cattle cows experiencing in super ovulation process, with body condition scores of 3.0 to 4.0, fed grass and nutritious concentrates. The FSH was used in super ovulation by the institution called Folltropin-V and PGF₂alfa (Lutalyse). Semen was originated from bull used by the embryo transfer institution. Results showed that number of left and right luteum corpus (LC) inducing FSH were not significantly different on both cattle breeds, but number of left LC of FSH induction was significantly higher at Limousine Breed. The quality of embryo successfully transferred using FSH induction was significantly higher compared with degenerative embryo and unfertile in both cattle Breeds. The quality of degenerative embryo and unfertile egg cell was not significantly different in both breeds. Proportions of embryo successfully transferred were 85.4 percents in Ongole Grade 87.4 percents in Limousine Breed. The values of Response rates showing comparison of female donor number responding to the number of female done of super ovulation were 100 percents. Values of recovery rate in both Breed cows showed also 100 percents.

Keywords: Follicle Stimulating Hormone induction, ovarian response, Limousine cattle Breed, Ongole cattle Grade.

PENDAHULUAN

Di Indonesia usaha peternakan sangat dibutuhkan dalam rangka pemenuhan gizi protein hewani. Sapi merupakan salah satu jenis ternak yang dapat memenuhi protein hewani dalam sektor daging dan susu. Untuk itu sangat diperlukan inovasi

dibidang teknologi reproduksi ternak (Imron dan Supriatna, 2016).

Dalam peternakan penerapan teknologi dibutuhkan untuk memenuhi peningkatan manajemen peternakan, terutama dalam bidang teknologi reproduksi ternak sapi (Gordon, 2003). Transfer Embrio merupakan bioteknologi reproduksi yang dikenal di Indonesia setelah inseminasi buatan. TE adalah salah satu sistem teknologi reproduksi yang dapat meningkatkan populasi ternak dalam waktu yang singkat. (Maret, 2001). Namun pada faktanya masih sangat diperlukan pembenahan melalui inovasi maupun penelitian untuk mencapai kesempurnaan (Gordon, 2003).

Efisiensi reproduksi sapi betina sangat rendah bila ditinjau dari aspek jumlah ova yang diovolasikan yang biasanya hanya satu per siklus estrus (Monotokus) dan aspek oosit yang dimilikinya (Adriani *et al.*, 2009). Potensi oosit sapi betina sebanyak puluhan ribu dan dianggap mubasir, karena secara alamiah sapi betina selama usia produktifnya atau selama hidupnya hanya dapat memproduksi 6-8 ekor anak sapi (Imron dan Supriatna, 2016). Toelihere (1985) menyatakan bahwa dalam ovarium sapi betina normal terdapat 140.000 oosit sapi sapi berumur 4-6 tahun dan kemudian jumlahnya menurun sampai 25.000 pada umur 10-14 tahun dan mendekati nol pada umur 20 tahun.

Teknologi TE yang didalamnya mencakup teknologi reproduksi superovulasi dapat digunakan untuk mengoptimalkan potensi oosit yang dimiliki sapi induk donor (Imron dan Supriatna, 2016). Pelaksanaan superovulasi dalam rangkaian proses TE bertujuan untuk meningkatkan jumlah oosit yang diovasikan oleh betina donor yang mengalami perlakuan untuk nantinya ditransferkan ke betina resipien dengan kemungkinan tinggi menjadi bunting (Tribulo *et al.*, 2012).

Permasalahan utama dalam program transfer embrio adalah tingginya variabilitas respon terhadap superovulasi pada induk donor (Tribulo *et al.*, 2012; Imron dan Supriatna, 2016). Banyak ditemui induk donor yang mengalami kegagalan ovulasi (*an-ovulation*) dari beberapa folikel dominan (Imron dan Supriatna, 2016). Dalam kegiatan superovulasi, penggunaan hormon gonadotropin eksogen berfungsi untuk meningkatkan stimulasi pertumbuhan folikel (Adriani *et al.*, 2009). Waktu optimal aplikasi gonadotropin memberikan hasil yang maksimal, efisiensi waktu, tenaga, biaya, dan penggunaan donor (Martins *et al.*, 2012). Diharapkan dengan adanya induksi hormon gonadotropin kepada sapi donor dapat meningkatkan jumlah folikel primordial yang berkembang menjadi folikel dominan dan seterusnya menjadi folikel de Graff

dalam jangka waktu yang hampir bersamaan (Saito, 1997; Tribulo *et al.*, 2012).

Berdasarkan permasalahan dan kerangka pemikiran diatas, maka dilakukan penelitian dengan judul Respon Ovarium Sapi Peranakan Ongole Dan Sapi Limousin Terhadap Induksi *Follicle Stimulating Hormone*

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Materi Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder produksi embrio yang diperoleh dari Balai Embrio Ternak Cipelang-Bogor. Data yang diambil yaitu jenis ternak donor, merk dagang preparat yang dipakai untuk superovulasi, kode semen yang digunakan, jumlah corpus luteum yang terkoleksi, jumlah embrio grade (A,B,C,D), jumlah embrio yang layak transfer dan jumlah ovum yang tidak terbuahi (*unfertilized=Uf*).

Ternak yang digunakan dalam penelitian ini adalah sapi peranakan ongole dan sapi limousin yang pernah beranak, dan rata-rata telah pernah dilakukan superovulasi, nilai BCS 3.0 – 4.0, sehat dan diberikan pakan hijauan dan konsentrat (sesuai standart BET). FSH yang digunakan dalam superovulasi sesuai yang digunakan di BET, yakni FSH (Folltropin-V) dan PGF₂alfa (Lutalyse). Semen yang

digunakan adalah berasal dari pejantan (sesuai dengan yang digunakan BET).

Metode Penelitian

Data jumlah embrio yang diperoleh, dihitung jumlah embrio yang layak transfer (A,B, C), serta jumlah embrio yang tidak layak transfer (yang degenerasi dan jumlah oosit yang tidak terbuahi). Total embrio dan ovum yang terkoleksi ini adalah meliputi: Variabel kualitas embrio layak transfer (LT) dan degeneratif/ unfertile (Dg/uf) pada sapi lokal peranakan ongole (PO); variabel kualitas embrio layak transfer (LT) dan degeneratif/ unfertile (Dg/uf) pada Sapi impor bangsa limousin; variabel kualitas embrio layak transfer (LT) pada sapi impor bangsa limousin dan sapi lokal PO; dan variabel kualitas embrio degeneratif/unfertil (Dg/uf) pada sapi impor bangsa limousin dan sapi lokal PO.

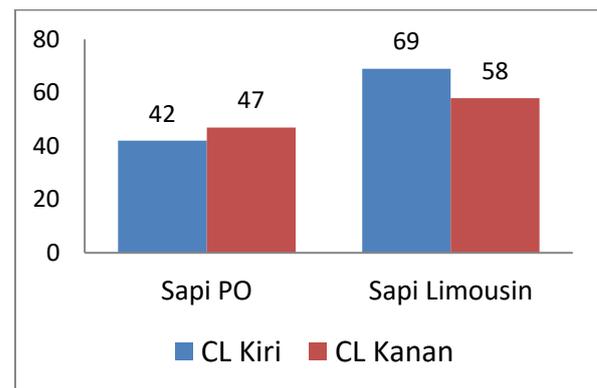
Data yang digunakan adalah data sekunder dan primer yang diambil melalui magang selama 30 hari di BET Cipelang. Pengambilan data primer dilakukan dengan metode observasi teknik *focal animal sampling* yang mengharuskan pengamatan langsung dilokasi penelitian dimana materi penelitian berada. Data diolah secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk Tabel dan Grafik. Data yang terkumpul dianalisis dengan menggunakan statistik non-

parametrik melalui metode “*The Mann-Whitney U Test*” (Byrkit, 1987).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Corpus Luteum (CL) Kiri dan Kanan Sapi Peranakan Ongole

Hasil analisis menunjukkan bahwa perkembangan CL kiri dan kanan masih pada kondisi yang berbeda tidak nyata. Hal mengindikasikan bahwa hasil induksi FSH dapat merangsang perkembangan CL yang sama pada bagian kiri dan kanan ternak sapi Peranakan Ongole.



Gambar 1. Jumlah Corpus Luteum (CL) Kiri dan Kanan Sapi Peranakan Ongole dan Sapi Limousin

Kondisi di atas, sedikit berbeda dengan bangsa sapi peranakan ongole dimana perkembangan CL dominan dapat terjadi pada bagian kanan yang disebabkan kondisi atresia dari folikel dominan dan pada gelombang ketiga terjadi luteolisis corpus luteum (CL) di sebelah kiri yang menyebabkan penurunan kadar

progesteron, LH secara terus menerus mengalami peningkatan karena umpan balik positif dari estradiol sehingga LH menginduksi folikel dominan untuk ovulasi di sebelah kanan (Feradis, 2010).

Pada sapi limousin mengindikasikan bahwa hasil induksi FSH dapat merangsang perkembangan CL yang berbeda dan lebih tinggi pada bagian kiri dibandingkan dengan induksi FSH pada bagian kiri dari sapi peranakan ongole (69 vs. 42).

Jumlah Corpus Luteum (CL) Kiri dan Kanan Sapi Limousin

Jumlah Corpus Luteum (CL) kiri dan kanan sapi Limousin hasil induksi FSH terhadap 10 ekor betina menunjukkan perimbangan jumlah CL juga yang hampir sama yang berkembang di sebelah kiri dan kanan (69 dan 58) (Gambar 1). Selanjutnya hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perkembangan CL kiri dan kanan masih pada kondisi yang berbeda tidak nyata. Hal mengindikasikan bahwa hasil induksi FSH dapat merangsang perkembangan CL yang sama pada bagian kiri dan kanan ternak sapi limousin.

Hasil pengamatan menunjukkan sedikit terjadi kecenderungan jumlah CL lebih tinggi di sebelah kiri dibandingkan jumlah CL di sebelah kanan pada sapi Limousin dan sebaliknya pada sapi peranakan ongole terlihat kecenderungan jumlah CL sedikit lebih tinggi di sebelah

kanan dibandingkan jumlah CL di sebelah kiri (Gambar 1).

Jumlah Corpus Luteum (CL) Khusus Kanan pada Sapi Peranakan Ongole dan Sapi Limousin

Jumlah corpus luteum (CL) khusus kanan hasil induksi FSH pada 8 ekor betina sapi peranakan ongole dan 10 ekor betina sapi limousin menunjukkan perimbangan jumlah CL juga yang hampir sama berkembang di sebelah kanan sapi peranakan ongole dan sapi Limousin (47 dan 58) (Gambar 1). Selanjutnya hasil analisis menunjukkan bahwa perkembangan CL khusus kanan pada kedua sapi peranakan ongole dan sapi limousin masih pada kondisi yang berbeda tidak nyata. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil induksi FSH dapat merangsang perkembangan CL yang sama pada bagian kanan kedua bangsa ternak sapi peranakan ongole dan sapi limousin.

Jumlah Corpus Luteum (CL) Khusus Kiri pada Sapi Peranakan Ongole dan Sapi Limousin

Jumlah Corpus Luteum (CL) khusus kiri hasil induksi FSH pada 8 ekor betina sapi peranakan ongole dan 10 ekor betina sapi limousin menunjukkan perbedaan jumlah CL juga yang tidak sama berkembang di sebelah kiri sapi peranakan ongole dan sapi limousin (42 dan 69)

(Gambar 1). Selanjutnya hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perkembangan CL khusus kiri pada kedua sapi Peranakan Ongole dan sapi Limousin berada pada kondisi yang berbeda nyata. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil induksi FSH dapat merangsang perkembangan CL yang berbeda dan lebih tinggi pada bagian kiri dari ternak sapi Limousin dibandingkan dengan induksi FSH pada bagian kiri dari sapi Peranakan Ongole (69 vs. 42).

Kondisi di atas menunjukkan perkembangan CL dominan pada bagian kiri sapi limousin disebabkan kondisi atresia dari folikel dominan yang menyebabkan pertumbuhan gelombang folikel baru. Selama periode siklus estrus terjadi dua gelombang hingga 3 gelombang folikel, dimana pada gelombang yang kedua, folikel dominannya akan menjadi folikel anovulatory sedangkan folikel dominan dari gelombang ketiga akan mengalami ovulasi (Adrianiet *al.*, 2007). Pada gelombang ketiga terjadi luteolisis corpus luteum (CL) di sebelah kanan yang menyebabkan penurunan kadar progesteron, LH secara terus menerus mengalami peningkatan karena umpan balik positif dari estradiol sehingga LH menginduksi folikel dominan untuk ovulasi di sebelah kiri (Adrianiet *al.*, 2009). Pertumbuhan dan perkembangan folikel mencapai puncaknya dalam bentuk folikel

de Graaf yang matang dan terjadinya ovulasi hanya berlangsung pada hewan-hewan yang tidak bunting setelah pubertas selama suatu siklus reproduksi (Feradis, 2010).

Kondisi di atas, sedikit berbeda dengan bangsa sapi Peranakan Ongole dimana perkembangan CL dominan dapat terjadi pada bagian kanan yang disebabkan kondisi atresia dari folikel dominan dan pada gelombang ketiga terjadi luteolisis corpus luteum (CL) di sebelah kiri yang menyebabkan penurunan kadar progesteron, LH secara terus menerus mengalami peningkatan karena umpan balik positif dari estradiol sehingga LH menginduksi folikel dominan untuk ovulasi di sebelah kanan (Feradis, 2010).

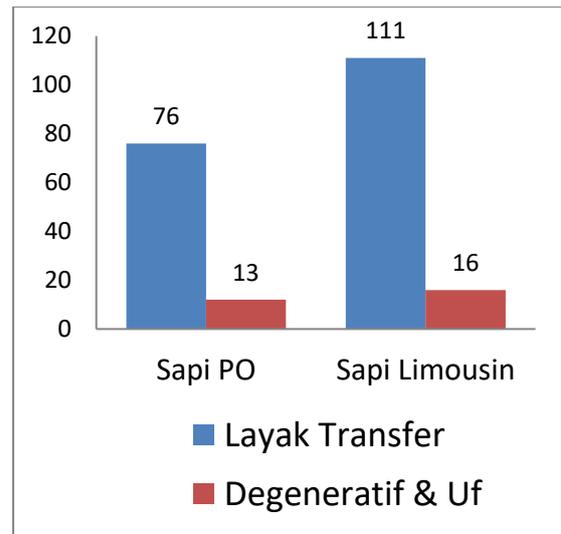
Perbandingan Embrio Layak Transfer (LT) dan Degeneratif/ unfertile (Dg/uf) pada Sapi Peranakan Ongole

Kualitas embrio layak transfer (LT) dan degeneratif/ unfertile (Dg/uf) pada Sapi peranakan ongole hasil induksi FSH terhadap delapan ekor betina menunjukkan peningkatan kualitas layak transfer (LT) yang lebih tinggi secara signifikan dibandingkan kualitas embrio degenerative dan unfertile (76 vs 12) (Gambar 2). Selanjutnya hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kualitas embrio LT berada pada kualitas yang lebih tinggi dengan sangat signifikan dibandingkan

kualitas embrio degenerative dan unfertile ($P < 0.01$). Hal mengindikasikan bahwa hasil induksi FSH dapat merangsang perkembangan kualitas embrio LT pada sapi peranakan ongole (Bó *et al.*, 1995; Baruselli *et al.*, 2006; Mapletof and Bó, 2012).

Perbandingan Embrio Layak Transfer (LT) dan Degeneratif/ unfertile (Dg/uf) pada Sapi Limousin

Kualitas embrio layak transfer (LT) dan degeneratif/ unfertile (Dg/uf) pada Sapi limousin hasil induksi FSH terhadap 10 ekor betina menunjukkan peningkatan kualitas layak transfer (LT) yang lebih tinggi secara signifikan dibandingkan kualitas embrio degenerative dan unfertile (111 vs 16) (Gambar 2). Selanjutnya hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kualitas embrio LT berada pada kualitas yang lebih tinggi dengan sangat signifikan dibandingkan kualitas embrio degenerative dan unfertile ($P < 0.01$). Hal mengindikasikan bahwa hasil induksi FSH dapat merangsang perkembangan kualitas embrio LT pada sapi limousin (Bó and Mapletoft, 2014).



Gambar 2. Perbandingan Kualitas Embrio Layak Transfer (LT) dan Degeneratif/ Unfertilized (Dg/Uf) pada Sapi Peranakan Ongole dan Sapi Limousin

Perbandingan Embrio Layak Transfer (LT) Antara Kedua sapi Peranakan Ongole dan Sapi Limousin

Kualitas Embrio Layak Transfer (LT) pada delapan ekor sapi peranakan ongole dan sepuluh sapi Limousin hasil induksi FSH menunjukkan perimbangan kualitas layak transfer (LT) yang tidak signifikan (111 vs 76) (Gambar 2). Selanjutnya hasil analisis statistik menunjukkan bahwa secara kualitatif tidak terdapat perbedaan nyata ($P < 0,05$) kualitas embrio layak transfer pada sapi Limousin dibandingkan kualitas embrio layak transfer pada sapi Peranakan Ongole hasil induksi FSH. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil induksi FSH dapat merangsang perkembangan kualitas embrio LT yang sama pada sapi Peranakan

Ongole dan sapi Limousin (Ginther *et al.*, 1989; Gordon, 2003; Imron dan Supriatna, 2016).

Embrio Degeneratif/unfertil (Dg/uf) pada Sapi Limousin dan Sapi Peranakan Ongole

Kualitas embrio degeneratif/unfertil (Dg/uf) pada delapan ekor sapi peranakan ongole dan sepuluh sapi Limousin hasil induksi FSH menunjukkan perimbangan kualitas degeneratif/unfertil (Dg/uf) yang tidak signifikan (12 vs 16) (Gambar 2). Selanjutnya hasil analisis statistik menunjukkan bahwa secara kualitatif tidak terdapat perbedaan nyata ($P > 0,05$) kualitas embrio Degeneratif/unfertil (Dg/uf) pada sapi limousin dibandingkan kualitas embrio degeneratif/unfertil (Dg/uf) pada sapi peranakan ongole hasil induksi FSH. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil induksi FSH dapat merangsang perkembangan kualitas embrio LT serta degeneratif/unfertil (Dg/uf) yang sama pada sapi peranakan ongole dan sapi Limousin (Hiraizumi *et al.*, 2015).

Proporsi Embrio Layak Transfer

Proporsi embrio yang layak transfer (PELT) merupakan perbandingan jumlah embrio layak transfer (A,B,C) terhadap jumlah embrio dan oosit yang terkoleksi (A,B,C,Dg,Uf). Secara keseluruhan,

proporsi embrio layak transfer pada sapi peranakan ongole dan sapi limousin telah dianalisis dan menunjukkan bahwa PELT sapi peranakan ongole adalah sebesar 85,4 persen dan PELT sapi limousin adalah sebesar 87,4%. Proporsi embrio layak transfer pada sapi Limousin menunjukkan nilai masih agak lebih tinggi dibandingkan dengan PELT sapi peranakan ongole, dengan selisih 2,0%.

Angka Response Rate

Perbandingan jumlah betina donor yang respon terhadap jumlah betina yang disuperovulasi. Donor dianggap memberikan respon bila corpus luteum (CL) yang dihasilkan > 1 dan dianggap tidak berespon apabila CL yang dihasilkan sama dengan satu. Tingkat respon (*response rate*) yaitu : Perbandingan jumlah sapi donor yang respon terhadap jumlah sapi donor yang disuperovulasi.

Hasil analisis *response rate* (RR) sapi peranakan ongole dan sapi Limousin menunjukkan bahwa angka RR untuk sapi peranakan ongole adalah 100% dan sapi limousin juga adalah 100%. Kondisi ini menunjukkan bahwa jumlah sapi donor yang respon corpus luteum (CL) lebih besar angka 1 (satu) adalah berimbang sama dengan jumlah sapi betina yang disuperovulasi.

DAFTAR PUSTAKA

Angka Recovery Rate

Perbandingan jumlah embrio dan ovum terkoleksi terhadap jumlah CL dapat diukur melalui penilaian angka *recovery rate*. Hasil analisis *recovery rate* pada sapi peranakan ongole dan sapi Limousin menunjukkan bahwa angka *recovery rate* untuk sapi peranakan ongole adalah 100% dan sapi Limousin juga adalah 100%. Kondisi ini menunjukkan bahwa jumlah embrio dan ovum hasil induksi FSH adalah berimbang sama dengan jumlah corpus luteum yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa: Jumlah CL kiri lebih banyak pada sapi Limousin dibanding Peranakan Ongole (69 dan 42) sedangkan CL sebelah kanan sapi Peranakan Ongole dan sapi Limousin hasil analisis menunjukkan pengaruh yang sama (47 dan 58); Embrio layak transfer masih lebih tinggi pada kedua jenis sapi dibanding dengan degeneratif dan unfertilized; Pada kedua sapi donor memberikan response rate sebesar 100% dan Recovery rate pada kedua sapi donor jumlah embrio dan ovum yang terkoleksi sama dengan jumlah CL yaitu sebesar 100%.

- Adriani, Depison, B. Rosadi, Y. Supriondo dan Isroli. 2007. Pengaruh superovulasi terhadap jumlah corpus luteum pada sapi Simbrah. *Jurnal Tropical Animal Agriculture*. 32 (3): 207-212.
- Adriani, Depison, dan B. Rosadi. 2009. Penggunaan follicle stimulating hormone dan pregnant mare serum gonadotropin untuk superovulasi pada sapi persilangan brahman. *Media Peternakan* 32: 163-170.
- Byrkit, D.R. 1987. *Statistics Today: A Comprehensive Introduction*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. 2727 Sand Hill Road, Menlo Park, California 94025.
- Baruselli, PS, Sà Filhoa MF, Martines CM, Nassen LF, Nogueira, Ciro M, Barros, and Bó GA. 2006. Superovulation and embryo transfer in *Bos indicus* cattle. *Theriogenology* 66: 77-88.
- Bó GA, G.P Adams, R.A. Pierson, dan R.J. Mapletoft. 1995. Exogenous control of follicular wave emergence in cattle. *Theriogenology* 4: 31-41.
- Bó G.A and R.J. Mapletoft. 2014. Historical perspective and recent research on superovulation in cattle. *Theriogenology* 81: 38-48.
- Feradis, A. 2010. *Teknologi Reproduksi ternak*. Alfabeta, Bandung.
- Ginther, O.J, J.P. Kastelick and L. Knopft. 1989. Composition and Characteristic of Follicular Waves during the Bovine Estrus Cycle. *Animal Reproduction Science*. 20: 187-200.
- Gordon, A. 2003. Perubahan ukuran folikel ovarium dan kualitas soosit pada ovarium domba lokal pasca preservasi dengan

- waktu yang berbeda. *Jurnal Ilmu Ternak* 16 (1):
- Hiraizumi S., H. Nishinomiya, T. Oikawa, N. Sakagami, F. Sano, O. Nishino, T. Kurahara, N. Nishimoto, O. Ishiyama, Y. Hasegawa and Y. Hashiyada. 2015. Superovulatory response in Japanese Black cows receiving a single subcutaneous porcine follicle-stimulating hormone treatment or six intramuscular treatments over three days. *Theriogenology* 83: 466-473.
- Imron, M. dan I. Supriatna. 2016. Respons superovulasi sapi peranakan ongole terhadap penyuntikan tunggal follicle stimulating hormon ke dalam ruang epidural. *Jurnal Veteteriner* 17 (1): 78-87.
- Mapletoft, R. dan G. Bo. 2012. The evolution of improved and simplified superovulation protocols in cattle. *Reproduction and Fertiization Development* 26: 278-283.
- Maret, D. 2001. Pengaruh Dosis Follicle Stimulating Hormone (FSH) Dan Body Condition Score (BCS) Terhadap Superovulasi Sapi Perah Friesian Holstein (FH). Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- Martins C.M., C.A. Rodrigues, L.M. Vieira, R.J. Mapletoft, G.A. Bo, M.F. Sa Filho dan P.S. Baruselli. 2012. Holstein cows undergoing fixed-time artificial insemination. *Theriogenology* 78: 974-980.
- Saito, S. 1997. *Manual on Embryo Transfer of Cattle*. National Livestock Embryo Centre (BET Cipelang)-DGLS and Japan International Cooperation Agency (JICA).
- Toelihere, M.R. 1985. *Fisiologi Reproduksi Ternak*. Angkasa. Bandung
- Tribulo, A., D. Rogan, R. Tribulo, R.J. Mapletoft, and G.A. Bó. 2012. Superstimulation of ovarian follicular development in beef cattle with a single intramuscular injection of Folltropin-Vin two concentrations of hyalurumen. *Theriogenology* 77: 1679-1685.