

Tinda Afriani

SUPEROVULASIS PADA TERNAK





SUPEROVULASI

PADA TERNAK

oleh
Tinda Afriani

diterbitkan oleh



SUPEROVULASI PADA TERNAK

©Cetakan Pertama Padang, September 2017

Penulis : Tinda Afriani

Editor :

Desain Sampul : Safriyani & Metriadi Syafyendra

Sumber Gambar :

Tata Letak : Safriyani, Dyans Fahrezionaldo, Manica Wulandari

ISBN : 978-602-6953-17-9

Ukuran Buku 23 x 15,5 cm

Hak Cipta Pada Penulis

Dicetak dan diterbitkan oleh :

Andalas University Press

Jl. Situjuh No. 1, Padang 25129

Telp/Faks. : 0751-27066

Anggota :

Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia (APPTI)

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebahagian atau seluruh isi buku tanpa izin tertulis dari penerbit.

“Buku Ini saya persembahkan untuk
Orang tua, Suami serta Anak Cucu
saya yang teramat saya cintai dan
selalu mendampingi saya dalam
kehidupan sehari-hari”

PRAKATA

Puji beserta syukur atas karunia Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya buku ajar “SUPEROVULASI PADA TERNAK” telah dapat diterbitkan. Buku ajar ini adalah merupakan buku yang dapat dijadikan rujukan bagi mahasiswa fakultas peternakan yang mengambil matakuliah reproduksi ternak dan bagi peternak yang ingin mengaplikasikan teknologi superovulasi dan transfer embrio (TE).

Buku ajar ini ditulis berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada ternak yang di superovulasi sebagai salah satu kunci dalam peningkatan kualitas genetik ternak, khususnya ternak lokal Indonesia. Hasil penelitian yang dijadikan bahan dalam penyusunan buku ini adalah semua hal yang berkaitan dengan superovulasi pada ternak, meliputi ternak yang digunakan (donor), hormon yang di induksi, cara dan waktu induksi, keberhasilan superovulasi serta faktor-faktor yang perlu diperhatikan demi terbentuknya embrio sebagai produk akhir yang diinginkan.

Dari segi keuntungan yang bisa didapatkan dengan penerapan teknologi superovulasi yaitu pemanfaatan genetik unggul dari ternak betina terutama sapi dalam rangka salah satu cara untuk mewujudkan Indonesia mandiri “swasembada” dalam pemenuhan kebutuhan bahan pangan hasil ternak terutama daging. Semoga buku ini bisa

memberi informasi dan mempermudah mahasiswa khususnya dalam mempelajari teknologi superovulasi. Semoga dengan **pemanfaatan teknologi reproduksi superovulasi Indonesia swasembada dengan potensi genetik lokal** dapat terwujud.

Padang, September 2017

Tinda Afriani

DAFTAR ISI

Prakata	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	ix
BAB I. Superovulasi dalam Proses Transfer Embrio (TE).....	1
1.1 Transfer Embrio.....	2
1.2 Sejarah Transfer Embrio.....	3
1.3 Manfaat Transfer Embrio.....	5
1.4 Pengertian Superovulasi	5
BAB II. Penelitian Terdahulu.....	9
2.1 Penelitian Terdahulu.....	10
BAB III. Superovulasi pada Ternak	47
3.1 Kenapa Superovulasi Adalah Kunci Keberhasilan TE?.....	48
3.2 Aplikasi Superovulasi pada Ternak.....	49
3.3 Siklus dan Sinkronisasi Estrus.....	52
3.4 Pengaruh Superovulasi terhadap Organ Reproduksi Ternak Betina	58

BAB IV. Teknik Pelaksanaan Superovulasi.....	63
4.1 Ternak Donor.....	64
4.2 Hormon yang Di Induksi.....	70
4.3 Waktu Induksi.....	89
4.4 Pengaruh Induksi terhadap Corpus Luteum.....	90
4.5 Perkembangan Ova	95
BAB V. Faktor yang Mempengaruhi Keberhasilan Superovulasi.....	97
5.1 Tingkat Keberhasilan	98
5.2 Kendala dalam Penerapan Teknologi Superovulasi	103
5.3 Pasca Superovulasi.....	105
BAB VI. Ringkasan	107
DAFTAR PUSTAKA	109

DAFTAR GAMBAR

1. Rangkaian pelaksanaan teknologi produksi transfer embrio (TE)	2
2. Kambing Boer	13
3. Sapi Pesisir	33
4. Sapi Liomusin.....	34
5. Kambing PE	38
6. Sapi Peranakan Ongole.....	40
7. Tanda-tanda Birahi (estrus) pada kambing (Syawal, 2015)	52
8. Siklus estrus kambing (Syawal, 2015)	53
9. Prosedur perlakuan berdasarkan metode ovisynch (Aptiani, 2016).....	54
10. Prosedur perlakuan berdasarkan metode cue-met (Aptiani, 2016).....	55
11. Sistem Reproduksi ternak betina	59
12. Pembentukan sel telur (Ova)	60
13. Sapi Bali.....	69
14. Sapi Simmental.....	70
15. Kerbau Lumpur	93
16. Metode flushing tanpa pembedahan	102
17. Transfer embrio pada ternak resipien.....	106

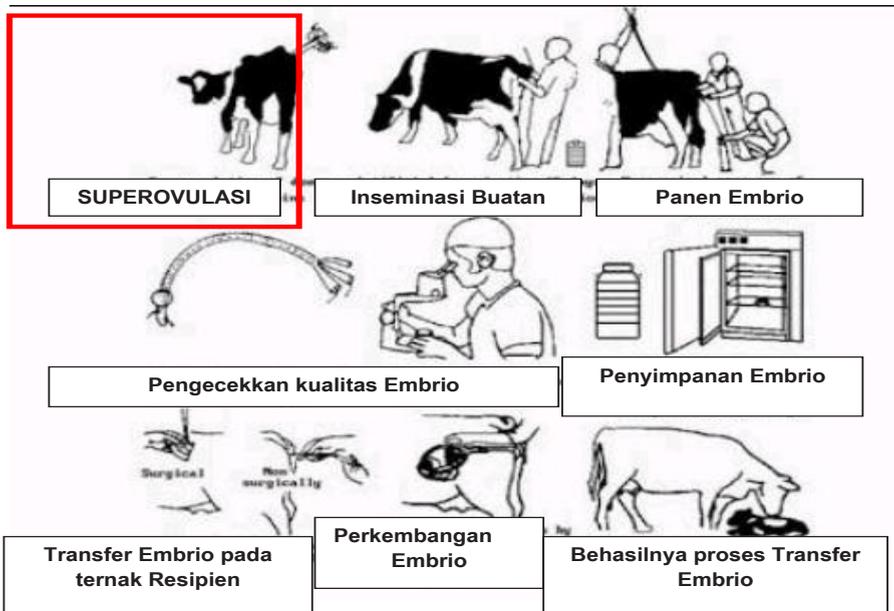
BAB I

Superovulasi dalam Proses Transfer Embrio (TE)

Teknologi transfer embrio merupakan rangkaian kegiatan yang sangat kompleks sehingga memerlukan keterampilan untuk menjamin keberhasilan proses yang dilakukan. **Superovulasi** merupakan kunci awal dalam keberhasilan penerapan teknologi transfer embrio pada ternak.

1.1 Superovulasi dalam Transfer Embrio

Superovulasi merupakan salah satu teknologi dibidang peternakan yang merupakan bagian terpenting dalam proses penerapan teknologi transfer embrio pada ternak. Sebelum membahas lebih rinci mengenai superovulasi kita akan mengulas sekilas tentang transfer embrio (TE). Superovulasi merupakan langkah awal dalam pelaksanaan transfer embrio (TE) dapat dilihat pada ilustrasi dalam gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian pelaksanaan teknologi produksi transfer embrio (TE)

Jillella (1982) dalam Sudarto 1985 menyatakan bahwa transfer embrio adalah suatu metode khusus dalam beternak, dengan cara menyuntik seekor betina dewasa dengan sejenis hormon eksogen untuk mendapatkan sejumlah sel telur yang kemudian dibuahi dengan cara inseminasi buatan atau kawin alam, kemudian dicangkokkan kedalam saluran reproduksi induk-induk penerima yang telah disinkronkan, untuk dibesarkan dan dilahirkan. Diharapkan dengan teknik baru ini seekor donor akan menghasilkan 30 keturunan setiap

tahun. Berdasarkan pendapat Jillella tentunya penggunaan teknologi transfer embrio ini akan sangat menguntungkan apabila diterapkan secara maksimal pada ternak di Indonesia khususnya ternak lokal.

Benyamin *et al.* (1981) dalam Sudarto 1985 menyatakan bahwa dalam transfer embrio telah dicakup pengertian tentang superovulasi, pengumpulan embrio, pemeliharaan embrio dan penyimpanan embrio dalam jangka panjang. Sedangkan dalam pelaksanaannya transfer embrio meliputi kegiatan deteksi berahi, sinkronisasi berahi, tatalaksana peternakan, kontrol dan pengawasan kesehatan ternak, inseminasi buatan dan hal-hal yang menyangkut aspek reproduksi lainnya.

Dengan demikian transfer embrio merupakan gabungan teknologi dalam reproduksi yang memerlukan keahlian. Dalam pelaksanaan transfer embrio hal mendasar yang paling penting dalam mewujudkan produksi maksimal dari ternak donor adalah superovulasi.

1.2 Sejarah Transfer Embrio dan Superovulasi

Teknik transfer embrio dibuat pertama kali oleh seorang bernama Walter Heape (Betteridge, 1977 ; Sudarto, 1985), pada tanggal 27 April 1890 dua sel telur diperoleh dari seekor kelinci jantan jenis Anggora yang telah dibuahi oleh kelinci jantan jenis Anggora 32 jam sebelumnya, segera ditransfer kedalam pangkal akhir bagian atas dari *tuba fallopi* seekor kelinci betina jenis Belgian yang telah dikawinkan terlebih dahulu dengan pejantan dari jenis yang sama 3 jam sebelumnya. Tepat pada waktunya, kelinci betina jenis Belgian tersebut melahirkan 6 ekor anak kelinci, 4 ekor anak kelinci mempunyai kesamaan dengan induk jenis Belgian, sedangkan 2 ekor anak kelinci lainnya mempunyai kesamaan dengan induk jenis Anggora. Dari percobaan ini terlihat bahwa induk penerima (resipien) tidak akan mempengaruhi genetik anak yang dikandungnya, kecuali hanya memelihara dan melahirkannya.

Pada tahun 1927, Engle (Jillella, 1982 ; Sudarto, 1985) melakukan percobaan superovulasi pada mencit dengan menyuntikkan hormon,

dan memberikan hasil yang memuaskan. Kemudian Casida dan kawan-kawan tahun 1940 (Jillella, 1982 ; Sudarto 1985) berhasil melakukan superovulasi pada sapi. Setelah saat itu kedua teknik tersebut, yaitu superovulasi dan transfer embrio telah berhasil digabungkan oleh para ilmuwan pada hewan.

Pada ternak superovulasi dan transfer embrio pertama kali dilakukan oleh Lewis dan Miller pada tahun 1931 (Jillella, 1982 ; Sudarto 1985). Pada tahun 1949 Warwick dan Berry berhasil melakukan pemindahan embrio pada domba dan kambing, disusul keberhasilan pada sapi tahun 1951 (Willet, Black, Casida, Stone, Buckner ; Hafez 1980 ; Sudarto, 1985). Walaupun transfer embrio telah berhasil pada berbagai jenis hewan, kebanyakan peneliti lebih cenderung mengaplikasikan teknologi transfer embrio (TE) pada ternak besar seperti domba, kambing atau sapi (Aliambar, 1981 ; Sudarto, 1985).

Teknik transfer embrio baru berkembang dengan pesat setelah Rowson dan kawan-kawan dari Cambridge pada tahun 1969 memperagakan kesanggupan untuk melaksanakan transfer embrio dengan tingkat konsepsi 70 %- 90 % (Sudarto ; 1985). Kemudian pada tahun 1972, diadakan suatu kursus singkat mengenai transfer embrio pada sapi oleh departemen Fisiologi Reproduksi dan Biokimia Universitas Cambridge, Inggris. Para ilmuwan dari Australia, Kanada, New Zealand, U.S.A dan banyak Negara Eropa hadir. Mereka membawa teknologi tersebut, sehingga akhirnya berkembang keseluruh dunia, termasuk Indonesia (Jillella, 1982 ; Sudarto 1985). Di Indonesia teknologi transfer embrio merupakan teknologi yang masih 'terbatas' dimana peternak yang tahu dan pernah mengaplikasikan teknologi ini masih sangat minim. Sehingga diharapkan pembahasan selanjutnya mengenai superovulasi sebagai kunci keberhasilan TE dapat meningkatkan pengetahuan dan keahlian peternak (khususnya) dalam upaya peningkatan kualitas ternak besar.

1.3 Manfaat Teknologi Transfer Embrio

Manfaat dari teknologi transfer embrio menurut Sudarto (1985) adalah :

- a. Meningkatkan jumlah keturunan dari betina yang mempunyai kualitas unggul (Superovulasi).

Point a merupakan fokus kita dalam buku ini dimana segala hal yang berkaitan dengan superovulasi untuk meningkatkan jumlah keturunan yang dihasilkan oleh seekor betina unggul akan dibahas pada Bab selanjutnya.
- b. Penyimpanan embrio jangka panjang
- c. Transportasi embrio
- d. Memperpendek waktu generasi
- e. Pemilihan jenis kelamin embrio (sexing of embrio)
- f. Kelahiran kembar (twin)
- g. Memproduksi kembar serupa (identical twin)
- h. Kloning
- i. Untuk penelitian dan riset

1.4 Pengertian Superovulasi

Superovulasi menurut Sudarto (1985) adalah pengadaan ova¹ dalam jumlah banyak dari induk donor² yang memiliki kualitas genetik yang tinggi. adalah salah satu syarat utama yang harus ditempuh sebelum transfer embrio. Superovulasi adalah perlakuan terhadap induk donor untuk mendapatkan sel telur yang diovulasikan lebih banyak dari biasanya dengan memberikan hormon-hormon tertentu dari luar.

Superovulasi dapat terjadi dengan pemberian gonadotropin. Menurut ahli *Pregnant Mare Serum Gonadotrophin* (PMSG) adalah yang paling sering dipakai untuk merangsang pembentukan dan

1 Sel telur (oosit/oocyt)

2 Ternak pemberi sejumlah embrio pada ternak resipien

pematangan folikel pada sapi, domba dan kambing, karena hormon ini diketahui mempunyai waktu paruh biologik yang panjang, sehingga dengan dosis tunggal dapat dihasilkan respon superovulasi dengan baik. Hormon ini dihasilkan oleh jaringan plasenta dan terdapat dalam serum bangsa equide (Sudarto, 1985).

Putro (1995) menyatakan bahwa superovulasi masih merupakan suatu cara yang paling umum digunakan untuk meningkatkan jumlah keturunan dari sapi betina unggul secara cepat. Amstrong, 1993 dalam Putro (1995) menyatakan superovulasi merupakan faktor kunci bagi keberhasilan transfer embrio pada sapi, disamping juga merupakan faktor penghambat utama dalam kontribusi transfer embrio sebagai sarana untuk perbaikan mutu genetik sapi.

Superovulasi memerlukan pemberian sediaan gonadotropin yang kaya akan atau meniru efek FSH (*Follicle stimulating hormone*). Disamping itu FSH harus ada dalam periode yang cukup untuk memacu pertumbuhan dan pematangan akhir oosit. Sediaan FSH, PMSG, dan hMG (*human menopausal gonadotrohin*) merupakan agen gonadotropin yang digunakan untuk superovulasi. Hasil dari superovulasi, meliputi jumlah dan kualitas embrio, sangat bervariasi dan sulit diramalkan. Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi respon superovulasi pada masing-masing individu donor (Dielman dan Bavers, 1993 ; Putro, 1995).

Berdasarkan pengertian dari beberapa ahli diatas, secara ringkas superovulasi dapat diartikan sebagai salah satu teknologi reproduksi pada ternak betina unggul untuk peningkatan jumlah oosit yang di ovulasikan dengan cara penyuntikan hormon gonadotropin eksogen³ (PMSG, FSH, hCG) yang berasal dari luar tubuh induk (donor). Dalam pembahasan superovulasi kita tidak bisa terlepas dari beberapa faktor penting penentu keberhasilan superovulasi, yaitu:

3 Dari luar tubuh induk

- a. Ternak donor untuk superovulasi
- b. Hormon yang di induksi
- c. Waktu induksi
- d. Cara induksi

Pemberian hormon gonadotropin eksogen seperti FSH (Duggavathi *et al.*, 2005 ; Adriani *et al.*, 2007) dan PMSG (Adriani *et al.*, 2004; Adriani *et al.*, 2007) merupakan gonadotropin yang telah digunakan secara ekstensif sebagai preparat untuk menghasilkan jumlah ovum yang akan diovulasikan lebih banyak dari kemampuan alami (superovulasi), namun dengan hasil yang bervariasi. Pemakaian hormon secara eksogen relatif mahal, sehingga perlu dicarikan metode pemberian yang lebih efektif. Pemberian hormon intramuskuler sudah umum digunakan tetapi data pemakaian intraovari masih sedikit.

Superovulasi merupakan salah satu rangkaian dari kegiatan TE yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan produksi induk betina. Superovulasi pada hewan unipara⁴ dapat dirangsang dengan penyuntikan hormon-hormon gonadotrophin eksogen. Hormon gonadotrophin eksogen yang sering digunakan untuk superovulasi diantaranya *pregnant mare's serum gonadotrophin* (PMSG), *follicle stimulating hormone* (FSH) dan *human menopause gonadotrophin* (hMG), *luteinizing hormone* (LH) atau gabungan dari hormon tersebut dengan dosis⁵ yang bervariasi.

Superovulasi merupakan faktor yang sangat menentukan keberhasilan TE sebagai upaya peningkatan produktivitas dan mutu genetik ternak.



4 Memiliki 1 anak dalam satu kali kelahiran, seperti sapi dan kerbau

5 Konsentrasi sekali pemberian

BAB II

Penelitian terdahulu

Dalam pembahasan Bab ini diharapkan nantinya kita bisa mengambil kesimpulan dan ringkasan mengenai penelitian yang telah pernah dilakukan mengenai superovulasi baik itu superovulasi maupun transfer embrio yang merupakan bagian teknologi yang tidak bisa dipisahkan.

2.1. Penelitian Terdahulu

Superovulasi merupakan teknologi untuk menghasilkan sel telur yang dijadikan sebagai modal utama dalam teknologi transfer embrio. Sebelumnya akan disajikan penelitian-penelitian yang telah dilakukan mengenai superovulasi pada ternak. Setiap penelitian yang dilakukan merupakan langkah awal dalam pemanfaatan transfer embrio (superovulasi) secara optimal dalam dunia peternakan terutama ternak ruminansia.

Dalam Bab penelitian terdahulu ini akan disajikan beberapa penelitian tentang superovulasi, dimana hasil penelitian merupakan hasil penelitian dari beberapa sumber yang telah diurutkan berdasarkan tahun pelaksanaannya. Setiap penelitian yang dilakukan akan penulis tambah dengan sedikit ulasan.

1. Boediono (1995)

Kemajuan bioteknologi diberbagai bidang sangat bermanfaat untuk meningkatkan kualitas maupun kuantitas dari suatu produk. Dibidang peternakan khususnya sapi, bioteknologi⁶ reproduksi mulai berkembang pesat pada tahun 1970-an. Teknologi inseminasi buatan (IB) berperan penting dalam rangka peningkatan mutu genetik dari segi pejantan. Teknologi selanjutnya yaitu transfer embrio (TE) yang diterapkan secara bersama dengan teknologi IB dapat mengoptimalkan sekaligus potensi dari sapi jantan dan betina yang berkualitas unggul (Boediono, 1995).

Berdasarkan pendapat Boediono apabila kita ingin mendapatkan produk (anak) dalam beternak teknologi TE dapat memberikan hasil yang lebih baik, karena genetik anak yang akan lahir merupakan gabungan antara induk jantan dan betina yang unggul. Penerapan teknologi TE dapat di ilustrasikan dalam rumus :

6 Tenologi dengan pemanfaatan makhluk hidup

$$P = G + E$$

Keterangan :

P = Performa (Anak)

G = Genetik

Induk betina (donor)

Induk Jantan (IB)

E = Lingkungan (resipien)

2. Sumaryadi dan Wasmen (1996)

Empat puluh enam ekor domba betina digunakan untuk mempelajari pengaruh jumlah folikel yang mengalami ovulasi⁷ saat berahi pertama. Setelah penyuntikan PGF₂, terhadap keberhasilan kebuntingan. Domba percobaan telah disuntik dua kali dengan PGF₂, untuk menghilangkan korpus luteum yang ada sebelum percobaan dan untuk menyerentakkan berahi sebelum dikawinkan. Jumlah folikel yang mengalami ovulasi ditentukan dengan menghitung jumlah korpus luteum, melalui metode *laparoscopi*, 5 hari setelah berahi. Berdasarkan penyebaran folikel yang mengalami ovulasi, domba percobaan dikelompokkan menjadi empat kelompok yaitu domba yang mengalami ovulasi 1, 2, 3 dan >3, dengan n masing-masing sebanyak 12, 19, 12, dan 3 ekor. Keberhasilan kebuntingan ditentukan berdasarkan tanggal kelahiran dikaitkan dengan tanggal berahi setelah penyuntikan PGF₂, yang terakhir. Hasil percobaan menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah folikel yang mengalami ovulasi pada saat berahi semakin besar pula keberhasilan domba menjadi bunting (33.33, 63.12, 58.33, dan 100% untuk domba yang mengalami ovulasi 1, 2, 3, dan >3). Disimpulkan bahwa peningkatan jumlah ovulasi dapat dipakai sebagai salah satu cara untuk meningkatkan keberhasilan kebuntingan domba (Sumaryadi dan Wasmen, 1996).

Berdasarkan penelitian diatas dapat kita bahas tentang ternak donor dan hormon yang digunakan. Penelitian yang dilakukan oleh Sumaryadi dan Wasmen 1996 memperlihatkan bahwa superovulasi

7 Proses saat terbentuknya sel telur

merupakan salahsatu teknologi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah reproduksi pada ternak. Dimana ternak yang dapat digunakan dalam superovulasi merupakan ternak betina baik itu ruminansia⁸ besar maupun kecil seperti domba. Hormon yang induksikan adalah PGF₂. Induksi hormon PGF₂ memperlihatkan bahwa memberikan pengaruh terhadap *corpus luteum*⁹ sebagai organ reproduksi pada betina yang merupakan penentu dalam kelangsungan reproduksi pada ternak. Jadi PGF₂ merupakan salahsatu hormon eksogen yang dapat digunakan untuk meningkatkan ovulasi pada ternak.

3. **Suprijatna et al. (1998)**

Produksi embrio pada ternak sapi FH yang disuperovulasi dengan 2.500 IU¹⁰ PMSG memberikan hasil panen yang rendah. Pemberian MoAb¹¹ dan atau hCG dapat meningkatkan produksi embrio pada sapi FH yang disuperovulasi dengan PMSG. Penyuntikan MoAb atau hCG saja secara intra vena akan meningkatkan hasil panen masing-masing sebesar 9,6 dan 9,4 embrio layak pindah per-donor. Pemberian MoAb-hCG sapi FH yang disuperovulasi dengan PMSG dan memberikan pengaruh yang tidak berbeda dengan pemberian tunggal hanya dengan MoAb atau hCG saja tidak membuktikan adanya sinergisme kerja antara MoAb dengan hCG dalam peningkatan embrio (Suprijatna et al., 1998).

Hasil penelitian suprijatna merupakan penelitian tentang metode superovulasi pada sapi FH¹². Sapi FH merupakan sapi perah yang menjadi salahsatu jenis sapi dengan sumbangan hasil (susu) terbesar di Indonesia. Sapi FH merupakan sapi yang memiliki ciri utama yaitu warna bulu putih dengan bercak hitam.

8 Ternak yang identik dengan memamah biak (rumen)

9 Corpus luteum (CL) merupakan bendayang terbentuk pada tempat ovum diovulasikan dan umumnya dijadikan patokan untuk mendeteksi berapa jumlah ovum yang diovulasikan oleh seekor ternak (sapi).

10 Satuan untuk dosis (internasional unit)

11 Singkatan dari monoclonal antibody

12 Sapi Friesian Holstein (sapi perah)

Metode yang digunakan yaitu penyuntikan dosis gabungan antara PMSG (*Pregnant Mare Serum Gonadotrophin*) dengan MoAb (Antibodi monoclonal) atau hCG (*Human Chorionic Gonadotrophin*). Alasan pemberian Penyuntikan PMSG dosis tunggal pada sapi FH memberikan hasil panen yang rendah. Sehingga diharapkan dengan pemberian MoAb dan hCG dapat meningkatkan panen embrio. Hasil penelitian ini sebenarnya bertujuan untuk meningkatkan jumlah embrio dengan pemberian hCG-MoAb sekaligus, akan tetapi hasil menunjukkan bahwa pemberian masing-masing menunjukkan hasil yang lebih baik.

4. Suyadi (1998)



Gambar 2. Kambing Boer

Perkembangan folikel 17 ekor kambing Boer setelah diberi perlakuan superovulasi diamati dalam penelitian ini. Siklus berahi diserempakkan dengan menyisipkan implant yang mengandung gestagen di bawah kulit telinga selama 11 hari. Kambing disuperovulasi dengan 16 AU p-FSH yang mengandung 40 % pLH yang terbagi dalam enam kali penyuntikan. Perlakuan dilakukan tiga hari berturut-turut dengan selang waktu 12 jam (4,4; 2,2; 2,2)

yang dimulai dari 8 jam sebelum pelepasan implan. Dua kali penyuntikan masing-masing 5 mg PGF untuk induksi berahi diberikan bersamaan dengan pemberian p-FSH ke 5 dan 6. Pengenalan berahi diamati selama tiga kali sehari yang dilakukan mulai dari 24 jam setelah pelepasan implan dan ternak yang berahi dikawinkan dengan pejantan sebanyak dua sampai tiga kali. Pengamatan perkembangan folikel dilakukan mulai saat pelepasan implan sampai 48 jam setelah berahi menggunakan peralatan ultrasonografi¹³ transrektal dengan transduser linear-array 7,5 mhz. Dari hasil pengamatan diperoleh hasil 88 % kambing menunjukkan berahi. Berahi muncul 33 jam setelah pelepasan implan dengan lama berahi 30 jam. Hasil pengamatan laparoskopi pada hari ke-6 dari akhir berahi menunjukkan 82 % kambing memiliki korpus luteum dengan rata-rata korpus luteum sebanyak 11,0 folikel dan folikel tetap sebanyak 2,1 folikel. Jumlah maksimum folikel berdiameter > 2 mm teramati pada selang waktu pengamatan antara 36 dan 48 jam setelah pelepasan implan dan folikel yang berdiameter 2,6 mm teramati pada selang waktu pengamatan antara 48 - 60 jam. Jumlah folikel yang berdiameter 2-3 mm dan 4-5 mm selama pengamatan adalah tetap. Ovulasi pada kambing yang disuperovulasi tidak terjadi secara spontan, namun terjadi dalam beberapa periode. Preparat p-FSH + 40% p-LH menunjukkan hasil yang memadai untuk tujuan seperti ovulasi pada kambing Boer. Ultrasonografi cukup efektif untuk pengamatan perkembangan folikel pada kambing (Suyadi, 1998).

Pemanfaatan teknologi lain dalam pelaksanaan superovulasi dapat membantu peternak dalam menentukan tindakan selanjutnya. Teknologi itu diantaranya adalah pemasangan implan dan ultrasonografi. Waktu induksi merupakan hal penting yang akan mempengaruhi keberhasilan proses induksi.

13 Alat bantu untuk melihat aktivitas dalam tubuh

5. Lubis (2000)

Bioteknologi reproduksi dapat digunakan untuk meningkatkan perbaikan mutu genetik ternak, walaupun penerapan teknologi ini akan menyebabkan meningkatnya inbreeding¹⁴. Mempelajari bagaimana mendapatkan keuntungan dari peningkatan mutu genetik dengan menggunakan teknologi ini, sekaligus mengurangi kerugiannya merupakan suatu tantangan bagi ahli reproduksi dan genetika. Ovulasi ganda dan alih mudigah (MOET), produksi embrio secara *in vitro* (IVEP) hanya meningkatkan kenaikan substansial bagi nilai mutu genetik ternak. Sedangkan penentuan jenis kelamin pada semen dan pada embrio akan mengurangi jumlah dari lawan jenisnya, hasilnya masih diragukan dan hanya menghasilkan pengaruh marginal terhadap nilai perbaikan mutu genetik ternak. Dalam penerapannya teknik yang satu sangat berkaitan erat dengan teknik lainnya sehingga penelitian yang dilakukan hendaknya tidak hanya untuk menguasai teknologi saja, tetapi juga memikirkan apa yang terbaik untuk diterapkan pada program pemuliaan. Moral dan etika juga berperan dalam memutuskan hal ini. Makalah ini merupakan tinjauan bagaimana memberdayakan bioteknologi reproduksi untuk meningkatkan mutu genetik ternak dalam penerapannya di lapangan (Lubis, 2000).

Salahsatu kelemahan teknologi reproduksi adalah tingginya potensi terjadinya inbreeding. Terutama apabila melihat dalam penerapan teknologi generasi pertama IB. Hal ini dikarenakan manajemen dan kesadaran yang masih kurang dari peternak akan bahaya inbreeding. Inbreeding merupakan istilah perkawinan sedarah, dimana akibatnya akan memunculkan gen resesif yang dapat menurunkan performan produksi.

6. Situmorang dan Endang (2004)

Permintaan akan daging di Indonesia akan bertambah terus secara nyata dengan bertambahnya penduduk dan pendapatan. Usaha

14 Perkawinan dengan keturunan yang dekat garis kekerabatannya

membentuk bangsa sapi potong baru memerlukan waktu yang lama. Selama beberapa tahun impor¹⁵ ternak hidup untuk meningkatkan produksi ternak potong mengalami banyak hambatan dan tidak optimal. Oleh karena itu teknologi transfer embrio (TE) menawarkan jalan untuk meningkatkan dan mengembangkan produksi daging secara berkelanjutan. Produksi embrio dapat dilakukan secara *in vivo*¹⁶ dan *in vitro*¹⁷. Teknologi superovulasi dengan menggunakan hormon gonadotrophin telah berhasil memproduksi embrio secara *in vivo*, akan tetapi teknologi ini dibatasi oleh mahalanya hormon dan respons yang bervariasi dari donor. Produksi embrio secara *in vitro* menawarkan jalan yang terbaik untuk menghasilkan embrio yang berkualitas baik dan murah. Sumber oocyt bisa dari rumah potong hewan maupun hewan betina muda (*Juvenile*) dan tidak didapat hambatan teknik untuk penerapannya dilapangan. Ternak potong lokal (PO, SO, Bali, dll) mempunyai fertilitas yang tinggi dan sudah beradaptasi dengan lingkungan tropis. Menggunakan bangsa sapi lokal untuk resipien bagi hybrid embrio hasil *in vitro* sangat memungkinkan. Teknologi pemisahan spermatozoa akan meningkatkan efisiensi produksi sapi potong. Pada waktu yang akan datang teknologi sexing, splitting dan cloning embrio untuk meningkatkan efisiensi TE perlu dievaluasi (Situmorang dan Endang, 2004).

Sexing merupakan istilah yang digunakan dalam dunia reproduksi yaitu proses pemisahan sel kelamin jantan dan betina. Dengan kata lain anak yang dihasilkan dari metode sexing embrio akan sesuai dengan tujuan dan kebutuhan. Untuk sapi potong anak jantan lebih diharapkan dan untuk ternak perah sexing akan lebih baik menghasilkan betina.

7. Solihati *et al.* (2006)

Penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan superovulasi selama 48 jam sebelum pemotongan ternak terhadap

15 Kegiatan mendatangkan barang (sapi) dari luar negeri

16 Produksi embrio berlangsung dalam tubuh ternak

17 Produksi embrio berlangsung di laboratorium

jumlah folikel, kualitas oosit, dan residu hormon gonadotropin eksogen. Penelitian ini menggunakan domba betina dewasa sebanyak delapan ekor yang dibagi menjadi dua kelompok masing-masing terdiri dari empat ekor domba. Siklus estrus diamati dengan cara melakukan pengamatan/deteksi estrus baik secara visual maupun dengan menggunakan pejantan pengusik (teaser). Perlakuan superovulasi dilakukan dengan memberikan injeksi intramuskular 500 i.u¹⁸ PMSG (Folligon, Intervet) pada hari ke-10 dari siklus estrus. Pematangan dilakukan 48 jam kemudian, kemudian diambil ovariumnya dan segera dievaluasi. Pengujian residu hormon dilakukan menggunakan metode HPLC (High Performance Liquid Chromatography), sampel diambil dari serum darah. Parameter yang diamati meliputi (1) Jumlah folikel berdasarkan ukuran dan, (2) Jumlah oosit berdasarkan kualitas, (3) Residu hormon gonadotropin eksogen (PMSG) pada ternak yang diberi perlakuan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Data yang diperoleh dianalisa menggunakan uji t dengan ulangan sama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antara domba kontrol dengan domba yang mendapat perlakuan injeksi PMSG dalam hal jumlah folikel, jumlah oosit maupun kualitas oosit, namun jumlah folikel ukuran sedang (2-6 mm) dan oosit grade A pada domba yang diberi PMSG lebih banyak dibandingkan pada domba kontrol. Hasil pengujian dengan HPLC ditemukan kadar hormon PMSG sebanyak 240,62 i.u/ml (Solihati *et al.*, 2006).

Pematangan betina produktif masih menjadi salah satu faktor penghambat dalam perkembangan ternak potong di Indonesia. Minimnya pengetahuan peternak, masalah ekonomi dan penerapan kebijakan masih menjadi pekerjaan rumah untuk kita semuanya. Ternak betina produktif yang memang terpaksa harus disembelih ternyata masih bisa dimanfaatkan dengan cara superovulasi sebelum pematangan. Proses superovulasi ini diharapkan dapat menambah jumlah kelahiran terutama dari induk yang memiliki kualitas genetic tinggi.

18 Sama dengan IU

Grade merupakan istilah untuk kualitas dari embrio yang dihasilkan dimana embrio yang memiliki grade A merupakan embrio terbaik yang layak transfer kedalam tubuh induk betina resipien.

Residu hormon superovulasi menjadi salahsatu kekhawatiran dimana dengan adanya residu ini akan mengakibatkan ternak yang di superovulasi akan menunjukkan hasil tidak sebaik hasil pertama karena residu yang masih tertinggal didalam tubuh.

8. Situmorang (2005)

Sejumlah penelitian telah dilaporkan untuk mengevaluasi pengaruh hormon untuk tujuan superovulasi pada ternak kerbau, akan tetapi jumlah embrio yang tertampung masih sangat sedikit. Salah satu faktor pembatas yang mempengaruhi jumlah embrio adalah tingkat hormon LH sebelum ovulasi. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh pemberian hCG pada perlakuan superovulasi dalam usaha meningkatkan jumlah embrio tertampung. Sebanyak 10 ekor kerbau dari tiga genotipe yang berbeda (Kerbau sungai, lumpur dan persilangannya) disuperovulasi dengan menggunakan hormon follikel stimulating hormone (FSH). Total 12 ml FSH (Folltropin) diberikan 2 x penyuntikan sehari dengan jarak antar penyuntikan 12 jam selama 4 hari dengan dosis menurun (2,5; 2,5; 2,0; 2,0; 1,0; 1,0 dan 0,5; 0,5 ml). Prostaglandin diberikan 2 hari setelah penyuntikan pertama hormone FSH diikuti pemberian 500 IU hCG 2 hari kemudian. Pada hari yang sama dengan pemberian hCG, inseminasi buatan (IB) dengan menggunakan semen beku dilakukan dan diulang kembali setelah 12 dan 24 jam kemudian. Penampungan darah dilakukan 3 x seminggu untuk mendapatkan konsentrasi progesteron. Embrio ditampung dengan cara tidak membedah pada hari ke-6 dari siklus birahi yaitu dengan cara menguras tiap tanduk uterus menggunakan 500 ml Dubelco Buffer Phospat Saline (DBPS)¹⁹ . Parameter yang diukur adalah diameter ovari (DO), total corpus luteum (TCL), jumlah embrio tertampung (JE) dan konsentrasi

19 Cairan flushing

puncak progesteron. Pemberian hCG dapat meningkatkan respon kerbau terhadap perlakuan superovulasi. Rataan DO (cm), TCL, JE dan TP (%) adalah 4,0; 6,3; 2,1; 37,2 dan 4,5; 7,5; 3,9; 48,1 untuk berturut-turut kontrol (0 hCG) dan 500 IU hCG. Rataan JE nyata lebih tinggi ($P<0,05$) pada perlakuan hCG dibanding kontrol. Konsentrasi progesteron yang tertinggi sangat nyata ($P<0,01$) pada pemberian hCG yaitu (8,9 ng/ml) dibandingkan dengan 6,8 ng/ml tanpa pemberian hCG. Baik ovary kiri maupun kanan memberikan respon yang sama terhadap perlakuan superovulasi. Dapat disimpulkan bahwa pemberian hormon hCG mengikuti perlakuan superovulasi dengan menggunakan folltrophin dapat meningkatkan jumlah embrio yang tertampung (Situmorang, 2005).

Kerbau adalah salah satu ternak penghasil daging yang membutuhkan manajemen dan perhatian khusus terutama saat proses berahi. Kerbau merupakan ternak yang dikenal dengan istilah ternak silent heat²⁰. Silent heat merupakan salah satu faktor yang membuat tingginya angka calving interval pada kerbau.

Jumlah embrio merupakan jumlah embrio yang berhasil di pindahkan dari tubuh ternak donor. Cara yang dilakukan bisa melalui operasi ataupun flushing. Flushing merupakan metode yang digunakan dengan cara mencuci tuba fallopi ternak sehingga embrio yang telah terbentuk dapat ditransfer pada ternak resipien.

Ovarium merupakan indung telur tempat terbentuknya sel telur. dimana aktivitas dari ovarium akan dipengaruhi oleh perlakuan superovulasi yang diberikan. Berhasilnya superovulasi dapat ditandai dengan bertambahnya ukuran ovarium atau dikenal dengan diameter ovary.

Ukuran setiap ovari ditentukan dengan pendugaan diameter ovari melalui memegang setiap ovari dengan telunjuk dan ibu jari oleh teknisi yang sudah terlatih sedang jumlah CL dapat secara langsung dihitung. Walaupun fisiologi reproduksi ternak kerbau sebanding

20 Berahi tenang

dengan sapi akan tetapi rataan JE yang tertampung per ekor kerbau yaitu 3 embrio jauh lebih rendah dibandingkan pada sapi yang dapat mencapai puluhan. Perbedaan ini disebabkan follikel primordial yang rendah pada ternak kerbau sehingga jumlah folikel dengan diameter lebih dari 1 mm hanya 30% dari yang didapat pada ternak sapi (Danell, 1987; Situmorang, 2005). Faktor lain adalah letak alat kelamin yang melingkar ke bawah sehingga menyulitkan penampungan embrio.

9. *Adriani et al. (2007)*

Superovulasi sebelum perkawinan dapat meningkatkan jumlah korpus luteum, sehingga terjadi peningkatan konsentrasi estradiol dan progesteron, yang dapat memacu pertumbuhan prenatal anak dalam kandungan. Peningkatan sekresi estradiol dan progesteron juga dapat meningkatkan jumlah sel-sel sekretoris kelenjar ambing yang terbentuk dan aktivitas sistesisnya. Hal ini dapat meningkatkan produksi susu baik pada induk kambing beranak tunggal maupun pada induk kambing beranak kembar (*Adriani et al., 2007*).

Superovulasi tidak hanya meningkatkan jumlah anak pada ternak perah akan tetapi juga berperan dalam peningkatan jumlah susu yang dihasilkan karena estradiol dan progesterone meningkat.

10. *Adriani et al. (2009)*

Perlakuan yang paling baik dalam menghasilkan CL pada sapi adalah FSH 40 mg perdonor intramuskuler (*Adriani, 2009*).

Superovulasi merupakan proses penyuntikan hormon eksogen kedalam tubuh donor untuk menambah jumlah oosit yang diterbentuk dan terovulasi. Cara induksi hormon dalam proses superovulasi setidaknya ada tiga, yaitu Intra vena, Intra muscular, dan subcutan.

11. *Maidaswar (2007)*

Bioteknologi reproduksi pada sapi khususnya embrio transfer sudah sangat berkembang. Produksi embrio secara in vivo melalui superovulasi hewan donor merupakan salah satu cara yang tepat

dalam mempercepat pembentukan bibit unggul. Ternak sapi memiliki potensi ratusan ribu oosit yang secara alami hanya dapat menghasilkan anak sekitar 6-8 ekor sepanjang hidupnya. Potensi oosit yang sangat banyak tersebut dapat dioptimalkan dengan bioteknologi reproduksi antara lain melalui superovulasi. Sampai saat ini, pelaksanaan superovulasi masih dihadapkan kendala antara lain: respon donor yang bervariasi dan hasil perolehan embrio belum maksimal, khususnya permasalahan tingkat kerusakan embrio (degeneratif) dan jumlah oosit yang tidak terbuahi (unfertilized) masih tinggi. Bertolak dari hal tersebut, maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengkaji tingkat respon ovarium dan perolehan embrio sapi pada berbagai metode superovulasi, agar didapatkan metode superovulasi yang tepat dan efisien. Kajian superovulasi ini terdiri atas 2 penelitian yaitu a). Pengaruh pemberian gonadotropin (1000 IU FSH dan 1000 IU LH dalam dosis menurun) selama 3, 4 dan 5 hari yang dimulai pada hari ke-9 setelah estrus (Penelitian I), b). Pengaruh sinkronisasi gelombang folikel (SGF) melalui pemberian GnRH (86 µg gonadorelin) 2 hari sebelum superovulasi dan kombinasi SGF dengan sinkronisasi ovulasi (SGFO) melalui pemberian GnRH 1 (86 µg gonadorelin) pada 2 hari sebelum superovulasi dan GnRH 2 (86 µg gonadorelin) pada 48 jam setelah pemberian PGF2α (Penelitian II). Hewan uji yang digunakan adalah sapi donor perah (FH) non laktasi dan potong (Simmental dan Limousin). Pengamatan dilakukan dengan melihat jumlah donor yang memberikan respon dan tidak respon berdasarkan jumlah CL pada ovarium, yang dievaluasi secara palpasi rektal dengan bantuan USG. Tingkat perolehan embrio diamati berdasarkan jumlah perolehan embrio dan oosit serta jumlah embrio yang layak dan tidak layak transfer, yang dikoleksi secara teknik non bedah menggunakan kateter Foley²¹. Klasifikasi embrio layak transfer meliputi embrio grade A, B, dan C. Sedangkan yang termasuk embrio tidak layak transfer adalah embrio yang mengalami kerusakan (degeneratif) dan oosit yang tidak terbuahi (unfertilized). Rancangan percobaan yang digunakan

21 Alat untuk panen embrio

adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Untuk mengetahui pengaruh perlakuan dilakukan analisa sidik ragam (Anova), selanjutnya untuk mengetahui perbedaan nilai tengah antar perlakuan dilakukan uji Duncan. Untuk data nonparametrik seperti nilai respon dan tidak respon dari donor digunakan uji Kruskal Wallis. Hasil penelitian pemberian FSH-LH selama 4 hari (8 kali penyuntikan) cenderung memberikan hasil lebih baik dibandingkan 3 dan 5 hari dengan prosentase donor yang respon (60 % vs 40 % vs 60 %) dan rata-rata CL (5.90 vs 2.70 vs 4.20), embrio-oosit (5.20 vs 2.50 vs 2.80), walaupun secara statistik tidak berbeda nyata ($P>0.05$). Hasil pada perlakuan 4 hari ini dapat disebabkan karena: a) Pembagian dosis dalam proporsi yang optimal sesuai dengan waktu paruh FSH dan LH, b). Durasi 4 hari merupakan waktu optimal yang memungkinkan bertemu awal gelombang folikel dengan pengaruh gonadotropin untuk perkembangan banyak folikel. Dari hasil ini, pemberian FSH-LH selama 4 hari cenderung memberikan hasil lebih baik dan efisien dalam waktu, tenaga, dana, serta penggunaan donor. Perlakuan SGF cenderung memberikan hasil lebih baik dari perlakuan tanpa SGF (4 hari FSH-LH) dengan prosentase donor yang respon (90 % vs 60 %) dan rata-rata CL (17.22 vs 9.83), embrio-oosit (18.22 vs 8.67), embrio layak transfer (5.56 vs 4.67). Hal ini membuktikan bahwa metode SGF dengan pemberian GnRH mampu meningkatkan respon donor dan perolehan embrio. Namun pada SGF, didapatkan proporsi embrio layak transfer lebih rendah dibanding embrio tidak layak transfer (30.49 % vs 69.51 %). Embrio layak transfer yang tinggi pada SGF disebabkan oleh jumlah oosit yang tidak terbuahi cukup tinggi (10.00), demikian juga jumlah embrio yang mengalami degenerasi (2.67). Perlakuan SGFO menunjukkan tingkat respon donor yang sama dengan perlakuan SGF (90 %) dan cenderung lebih tinggi dari kontrol (60 %). Perolehan embrio layak transfer SGFO cenderung lebih baik dari SGF dengan rata-rata (6.00 vs 5.56) dan prosentase (58.06 vs 30.49). Perlakuan SGFO menunjukkan peningkatan dalam perolehan embrio layak transfer dan penurunan jumlah embrio tidak layak transfer (terutama oosit yang tidak terbuahi), yang hal tersebut merupakan tujuan utama dari pengembangan metode superovulasi.

Perlakuan SGFO pada sapi potong memberikan hasil cenderung lebih tinggi dari sapi perah non laktasi dimana respon donor (100 % vs 80%) dengan rata-rata: CL (14.60 vs 11.25), embrio-oosit (12.20 vs 8.00) dan embrio layak transfer (7.40 vs 4.25) namun secara statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan ($P > 0.05$). Prosentase embrio layak transfer pada sapi potong juga lebih tinggi daripada sapi perah non laktasi (60.66 % vs 53.12 %), dan hasil keduanya lebih tinggi dari prosentase embrio tidak layak transfer. Perbedaan hasil pada sapi potong dan sapi perah ini, dapat disebabkan karena perbedaan jenis dan ras serta faktor herediter yang secara fisiologis mempengaruhi penampilan reproduksi karena dipengaruhi banyak gen. Secara umum prinsip utama yang harus diperhatikan dalam aplikasi gonadotropin adalah ketepatan waktu aplikasi dengan awal munculnya gelombang folikel pada ovarium, karena folikel-folikel tersebut yang menjadi target stimulasi gonadotropin. Metode SGFO merupakan metode aplikatif yang bertitik tolak pada prinsip tersebut. Secara ekonomis dengan menambah sedikit input produksi pada SGFO, dapat meningkatkan respon donor dan perolehan embrio. Karena itu, metode SGFO disarankan dapat digunakan sebagai penyempurnaan metode superovulasi konvensional dalam meningkatkan produksi embrio secara *in vivo*, melalui efisiensi perlakuan superovulasi (Maidaswar, 2007).

12. Sumantri *et al.* (2011)

Penurunan daya reproduksi menjadi penyebab utama kerugian pada industri sapi perah dan pedaging. Banyak gen kandidat yang berperan penting dalam fertilitas dan perkembangan embrio. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menseleksi berperan penting dalam fertilitas dan perkembangan embrio. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeteksi variasi genetik dari grup gen hormon pertumbuhan (GH|mspi, GH|alui, GHR|alui, GHRH|haeiii dan Pit-1|hinfo) dan hubungannya dengan respon superovulasi, tingkat ovulasi, tingkat fertilisasi dan embrio layak transfer pada berbagai bangsa sapi. Sebanyak 45 sampel darah diambil dari sapi yang telah disuperovulasi yaitu Angus, Brahman, FH, Limousin dan Simmental. DNA diekstraksi

dengan fenol-kloroform protokol dan dilanjutkan dengan teknik polymerase chain reaction (PCR) dengan menggunakan primer spesifik untuk GH, GHR, GHRH dan Gen Pit-1. Produk PCR dipotong dengan enzim restriksi mspi, alui, haeiii dan hinfi dan dielektroforesis pada gel agarose dengan pewarnaan Etidium Bromida (etbr). Superovulasi dilakukan dengan menyuntikan total 20 ml FSH selama 4 hari pagi dan sore berturut-turut dengan dosis menurun. Penyuntikan hormon prostaglandin (PGF2 α) dilakukan pada hari kesebelas implantasi CIDR. Inseminasi Buatan (IB) dilakukan dua atau tiga hari setelah penyuntikan PGF2 α Flushing dilakukan pada hari ketujuh setelah IB. Hasil menunjukkan pada bangsa sapi Angus, Limousin, Brahman dan Simental keragaman lokus GH|mspi, GHR|alui, GHRH|haeiii, Pit-1|hinfi dan GH|alui tidak berasosiasi dengan respon superovulasi (RS), tingkat ovulasi (TO), persentase tingkat fertilisasi (TF) dan persentase embrio layak transfer (ELT). Pada sapi FH bergenotipe Pit-1|hinfi AA mempunyai persentase respon superovulasi (RS) yang lebih tinggi ($P < 0,05$) bila dibandingkan dengan genotipe AB, tetapi tidak berbeda dengan genotipe BB. Sapi FH bergenotipe AA juga mempunyai tingkat ovulasi lebih tinggi ($P < 0,05$) bila dibandingkan dengan genotipe AB dan BB, tetapi AB dan BB mempunyai tingkat ovulasi yang sama (Sumantri *et al.*, 2011).

Flushing atau panen embrio adalah kegiatan puncak dari superovulasi. Dimana cara yang dilakukan adalah bisa dengan metode bedah dan non bedah. Saat ini metode non bedah merupakan metode yang paling banyak digunakan karena lebih mudah dari segi pelaksanaannya.

Respon superovulasi pada setiap superovulasi dapat berbeda tergantung kepada ternak dan peternak yang melaksanakannya.

13. Ratnawati *et al.* (2011)

Teknik superovulasi merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan populasi ternak nasional. Pemanfaatan hormon PMSG impor sebagai hormon superovulasi terkendala dengan harga yang mahal dan

ketersediaan. Terdapat alternatif lain yang lebih murah dengan menggunakan PMSG lokal. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui efektivitas PMSG lokal sebagai alternatif hormon superovulasi yang murah dan efisien. Superovulasi dilakukan di kandang percobaan Loka Penelitian Sapi Potong, menggunakan 20 ekor induk sapi PO, dibedakan menjadi dua perlakuan (tipe hormon) yaitu: perlakuan A dengan PMSG impor dosis 1000 IU (Folligon, produksi Intervet, Holland) dan perlakuan B dengan PMSG lokal dosis 1000 IU (Gonaplas, produksi Universitas Airlangga, Surabaya). Tahapan superovulasi adalah sebagai berikut: Sinkronisasi berahi (Penyuntikan hormon Prostaglandin sebanyak 2 kali dengan jarak waktu 11 hari) dan Superovulasi (Penyuntikan PMSG pada hari ke-10 setelah terjadi berahi dan penyuntikan Prostaglandin pada hari ke-2 setelah penyuntikan PMSG dan langsung dicampur dengan pejantan untuk perkawinan). Pengambilan darah dilakukan sebelum injeksi PMSG dan 16 hari setelah terjadi perkawinan dan dianalisa dengan metode ELISA. Deteksi kebuntingan menggunakan palpasi rektal. Parameter meliputi jumlah corpus luteum, konsentrasi hormon progesteron, jumlah kebuntingan dan nilai ekonomis. Analisis data dengan ANOVA. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kebuntingan pada perlakuan A 60% dan perlakuan B 40%. Kadar hormon progesterone darah setelah perlakuan superovulasi meningkat, yaitu: pada perlakuan A ($2,7 \pm 4,6$ ng/ml) tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan B ($2,5 \pm 4,1$ ng/ml). Pada perlakuan A terdapat 7 ekor induk (70%) memiliki corpus luteum 1 – 2 buah, sedangkan pada perlakuan B terdapat 3 ekor induk (30%) yang memiliki corpus luteum 1 buah. Disimpulkan bahwa Penggunaan PMSG lokal cukup efisien sehingga dapat dijadikan alternatif hormon superovulasi (Ratnawati *et al.*, 2011).

PMSG lokal merupakan alternative yang dapat digunakan untuk meminimalisir harga pelaksanaan superovulasi. Harga PMSG lokal lebih bersahabat dengan hasil yang ditunjukkan tidak berbeda dengan PMSG import.

14. Hermadi *et al.* (2011)

“Pemutusan ikatan glikan pada molekul FSH-LH like (hMG) dari urin perempuan pascamenopause menghasilkan hmgdg dapat mempercepat waktu terbentuknya cleavage embrio sapi secara *in vitro*”. Dari pokok simpulan umum tersebut, dapat ditarik beberapa sub simpulan sebagai berikut: hmg yang diperoleh dari urin perempuan pascamenopause di Indonesia yang mengandung glikoprotein dengan berat molekul 30 kda; Karakter biokimiawi hmg hasil deglikosilasi secara enzimatis dengan menggunakan enzim N-glicanase menjadi hmgdg terjadi penurunan berat molekul di antara 26–17 kda; dan Induksi hmgdg dapat mempercepat waktu terbentuknya cleavage embrio sapi secara *in vitro* dari 24 jam menjadi 20 jam (Hermadi *et al.*, 2011).

Cleavage embrio adalah pembelahan secara mitotik pada zigot hasil penggabungan pronukleus jantan dan betina (Yuliani, 2000 ; Hermadi *et al.*, 2011).

15. Marsan (2012)

Sektor peternakan di Indonesia dianggap belum mampu mencapai tingkat perkembangan yang menggembirakan. Masalah yang dihadapi dalam bidang peternakan antara lain, rendahnya produktivitas dan mutu genetik ternak. Penerapan teknologi transfer embrio (TE) adalah sebuah solusi alternatif untuk meningkatkan kualitas dan populasi ternak dengan cepat. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh bangsa terhadap kualitas embrio hasil superovulasi di Balai Embrio Ternak (BET) Cipelang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2011 sampai Juni 2011 dengan menggunakan data sekunder catatan produksi embrio sapi secara *in vivo* tahun 2009 dan 2010 di Balai Embrio Ternak Cipelang, Desa Cipelang, Kecamatan Cijeruk, Kabupaten Bogor. Data tersebut meliputi semen yang digunakan, FSH yang digunakan dalam superovulasi, jumlah CL, jumlah embrio grade A, B, C, D, dan ovum tidak dibuahi atau Unfertilized (UF). Peubah yang diamati meliputi jumlah embrio dan sel telur yang tidak terbuahi, proporsi embrio layak transfer, proporsi embrio tidak layak transfer

dan proporsi sel telur yang tidak dibuahi atau Unfertilized (UF). Sebanyak 95 ekor sapi donor digunakan dalam penelitian ini, terdiri dari 11 ekor bangsa sapi Angus, lima ekor bangsa sapi Brahman, 29 ekor bangsa sapi Friesian Holstein (FH), 27 ekor bangsa sapi Limousin dan 23 ekor bangsa sapi Simmental. Data yang diperoleh diolah dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) Hasil analisis data menunjukkan bahwa bangsa sapi tidak memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) pada jumlah embrio dan sel telur yang tidak terbuahi, proporsi embrio layak transfer, proporsi embrio tidak layak transfer dan proporsi sel telur yang tidak dibuahi atau Unfertilized (UF) (Marsan, 2012).

16. Prasetyo (2012)

Permintaan daging dan susu sapi akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Namun peningkatan tersebut tidak sebanding dengan perkembangan populasi sapi potong dan sapi perah. Upaya peningkatan populasi ternak khususnya ternak sapi dapat dilakukan dengan mengembangkan bioteknologi di bidang peternakan yang salah satunya adalah sistem transfer embrio. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh pemberian variasi sumber Follicle Stimulating Hormone (FSH) terhadap tingkat superovulasi pada beberapa bangsa sapi yang meliputi Response Rate, total Corpus Luteum (CL), total embrio dan ovum terkoleksi serta Recovery Rate. Penelitian ini telah dilaksanakan selama tiga bulan, yaitu mulai bulan April 2011 hingga bulan Juni 2011. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Balai Embrio Ternak (BET) yang terletak di Desa Cipelang, Kecamatan Cijeruk, Kabupaten Bogor. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data sekunder produksi embrio yang diperoleh dari BET Cipelang. Data tersebut berupa catatan produksi embrio secara *in vivo* selama tahun 2009 sampai tahun 2010. Data tersebut meliputi semen yang digunakan, FSH yang digunakan dalam superovulasi, jumlah CL, jumlah embrio grade A, B, C, D, dan ovum tidak dibuahi atau Unfertilized (UF). Ternak sapi donor yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 90 ekor sapi, terdiri atas 29 ekor sapi Friesian Holstein (FH), 23 ekor sapi Simmental, 27 ekor sapi Limousin dan 11 sapi Angus. Data yang

didapatkan diolah dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 3x4 dengan 2 faktor yaitu sumber FSH (Folltropin-V, Opti-Stim dan Ovagen) dan bangsa sapi (FH, Simmental, Limousin dan Angus). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa bangsa sapi memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap Response Rate, total CL dan total embrio dan ovum terkoleksi serta Recovery Rate. Sumber FSH tidak berpengaruh nyata pada Response Rate, total CL, rasio dari CL, total embrio dan Recovery Rate (Prasetyo 2012).

17. Gunawan (2012)

Superovulasi sering dilakukan menggunakan sediaan PMSG dan hCG. Domba yang disuperovulasi memiliki kondisi yang berbeda dengan domba tanpa superovulasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh superovulasi sebelum kawin dan penyuntikan hCG hari ke-6 setelah kawin terhadap jumlah sel darah merah, nilai hematokrit, dan kadar hemoglobin domba pada awal kebuntingan. Sebanyak 21 ekor domba dengan bobot 15-25 kg dibagi menjadi 4 kelompok perlakuan. Kelompok pertama, tidak disuperovulasi dan tidak disuntik hCG. Kelompok kedua, disuperovulasi sebelum kawin. Kelompok ketiga hanya disuntik hCG hari ke-6 setelah kawin. Kelompok keempat, disuperovulasi sebelum kawin dan disuntik hCG hari ke-6 setelah kawin. Pengambilan sampel darah dilakukan di vena jugularis setiap 3 hari pada awal kebuntingan. Hasil penelitian ini menunjukkan superovulasi sebelum kawin dan penyuntikan hCG hari ke-6 setelah kawin tidak mempengaruhi jumlah sel darah merah, nilai hematokrit, dan kadar hemoglobin (Gunawan, 2012).

18. Siregar *et al.* (2012)

Penelitian ini bertujuan mengetahui respons superovulasi dan pengaruh kehadiran folikel dominan pada saat inisiasi superovulasi sapi Aceh yang diinduksi superovulasi dengan *follicle stimulating hormone* (FSH). Dalam penelitian ini digunakan 7 ekor sapi Aceh betina yang telah didiagnosis sehat reproduksinya, umur 5-8 tahun, mempunyai berat 150-250 kg, dan mempunyai minimal dua siklus

reguler. Seluruh sapi disuperovulasi dengan FSH dosis menurun pada hari ke-9 siklus estrus (3-3, 2-2, 1-1, dan 0,5-0,5) ml. Kehadiran atau ketiadaan folikel dominan pada saat inisiasi superovulasi diobservasi melalui penggunaan ultrasonografi (USG). Sapi yang mempunyai folikel kecil (3-8 mm) berjumlah <10 folikel dikategorikan mempunyai folikel dominan, sedangkan sapi yang mempunyai folikel kecil (3-8 mm) >10 folikel dikategorikan tidak mempunyai folikel dominan. Koleksi embrio dilakukan pada hari ke-7 setelah inseminasi secara non surgical menggunakan kateter Foley. Sapi yang disuperovulasi tanpa kehadiran folikel dominan menghasilkan korpus luteum (6,7+0,58 vs 4,5+1,73), folikel anovulasi (9,7+8,0 vs 19,5+6,8), total embrio (11,0 vs 3,0), dan embrio kualitas baik (6,0 vs 2,0) dibandingkan dengan sapi yang disuperovulasi dengan kehadiran folikel dominan. Dapat disimpulkan bahwa induksi superovulasi dengan FSH dengan kehadiran folikel dominan pada saat inisiasi superovulasi menurunkan respons superovulasi sapi Aceh (Siregar *et al.*, 2012).

Sapi Aceh merupakan salah satu jenis sapi potong lokal yang ada di Indonesia selain sapi Bali dan sapi Madura. Walaupun tidak mempunyai laju pertumbuhan yang sama dengan sapi silangan namun sapi potong lokal mampu menunjukkan produktivitas dan efisiensi ekonomi yang maksimal pada berbagai kondisi yang terbatas. Berdasarkan hal tersebut, maka sapi potong lokal akan tetap lebih tepat dan ekonomis dikembangkan pada pola dan kondisi peternakan rakyat (Romjali *et al.*, 2007). Penyebaran sapi Aceh terdapat di Aceh dan Sumatera Utara dengan jumlah yang tidak diketahui sampai saat ini. Berdasarkan survei, diketahui bahwa populasi sapi Aceh berada pada posisi yang mengkhawatirkan dan mengalami kecenderungan penurunan. Jika penurunan populasi sapi Aceh ini tidak diperhatikan maka dikhawatirkan populasi sapi Aceh akan terancam punah (FAO, 1996). Berdasarkan kenyataan di atas, perlu dilakukan upaya pelestarian sapi Aceh. Armansyah *et al.* (2011) dalam Siregar *et al.* (2012) dengan Balai Pembibitan Ternak Unggul (BPTU) Sapi Aceh Indrapuri telah melakukan kerjasama dalam upaya memurnikan sapi Aceh baik secara fenotipe maupun genotipe. Setelah upaya pemurnian

dilakukan maka usaha lain yang harus dilakukan adalah melestarikan plasma nutfah sapi Aceh melalui ketersediaan embrio beku atau pengembangan populasi sapi Aceh melalui aplikasi teknologi transfer embrio (Siregar *et al.*, 2012).

19. Jodiansyah *et al.* (2013)

Penggunaan CIDR²² dalam sinkronisasi estrus dan superovulasi memberikan respons rate, recovery rate lebih tinggi dan efektifitas waktu dan manajemen yang lebih baik bila dibandingkan dengan perlakuan superovulasi berdasarkan berahi alami, tetapi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah corpus luteum (CL), jumlah oosit terkoleksi, jumlah embrio dan jumlah embrio layak transfer (Jodiansyah *et al.*, 2013).

20. Arum *et al.*, 2013

Penelitian ini bertujuan mengetahui efek pemberian ekstrak hipofisa sapi terhadap peningkatan jumlah korpus luteum dan embrio sapi. Tiga ekor sapi Aceh betina digunakan dalam penelitian ini dengan status tidak bunting, minimal 2 bulan pascapartus, umur 3-5 tahun, sudah pernah beranak, dan sehat secara klinis. Seluruh sapi diinjeksi dengan ekstrak hipofisa pada hari ke-9, 10, dan 11 siklus estrus dengan dosis menurun yaitu 10, 8, dan, 6 ml secara intramuskular pada beberapa titik lokasi penyuntikan dan diikuti dengan penyuntikan 0,5 ml prostaglandin F₂-alfa (PGF 2 α , Prostavet[®]., Virbac S.A) 24 jam kemudian. Sapi diinseminasi pada saat puncak berahi (diam dinaiki pejantan) dan diulang 24 jam kemudian. Koleksi embrio dilakukan pada hari ke-7 setelah inseminasi secara non-surgical menggunakan kateter Foley. Parameter yang diamati adalah jumlah korpus luteum dan embrio. Data hasil penelitian dilaporkan secara deskriptif. Rata-rata tiap ekor sapi menghasilkan 4 korpus luteum sedangkan persentase perolehan embrio adalah 25% dengan jumlah embrio layak transfer sebanyak 1. Dapat disimpulkan bahwa pemberian

ekstrak hipofisa dapat meningkatkan respons superovulasi sapi Aceh (Arum *et al.*, 2013).

21. Burhanuddin (2014)

Pengaruh superovulasi pada corpus luteum (CL) sapi Bali telah diteliti. Sepuluh sapi Bali tidak bunting berumur antara lima sampai tujuh tahun dalam kondisi baik, partus normal dan siklus estrus yang teratur digunakan dalam penelitian ini. Injeksi²³ seri Prostaglandin (PGF₂α) diikuti oleh suntikan gonadotropin eksogen yang diberikan kepada sapi sebagai perlakuan. Jumlah korpus luteum dievaluasi dan dikelompokkan menjadi tiga kategori tinggi (> 7), menengah (3-6) dan rendah (0-2). Kegiatan ovarium ditentukan dengan palpasi rektal terutama tentang jumlah korpus luteum setelah program superovulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 50% dari sapi memiliki rata-rata jumlah 4,00 CL (kategori sedang), 20% dengan rata-rata 7,50 CL (kategori tinggi), dan 30% adalah kategori rendah dengan rata-rata jumlah 1,7 CL (Burhanuddin *et al.* 2014).

22. Putro dan Asmarani (2014)

Penelitian ini bertujuan mengikuti dinamika perkembangan folikel ovulasi dan profil progesteron plasma setelah sinkronisasi estrus dengan PGF₂a dan GnRH. Sejumlah 15 ekor sapi betina peranakan Friesian Holstein (PFH), tidak bunting, umur 4-5 tahun, pada fase lutea²⁴, diberi 3 perlakuan. Perlakuan 1, diberi suntikan intramuskuler PGF₂a sebanyak 25 mg, perlakuan 2 PGF₂a 25 mg dan GnRH 250 mg 2 hari kemudian, dan perlakuan 3 dengan GnRH 250 mg (7 hari sebelum penyuntikan PGF₂a), PGF₂a 25 mg dan GnRH 250 mg (2 hari setelah penyuntikan PGF₂a). Pemeriksaan ultrasonografi transrektum menggunakan real time, B-mode, dengan 7,5 mhz transduser dilakukan setiap hari selama 12 hari untuk mengikuti dinamika folikel dominan dan korpus luteum. Plasma darah diambil setiap hari untuk determinasi progesteron dengan teknik EIA. Dinamika

²³ Kegiatan memasukkan obat dengan cara penyuntikan

²⁴ Tahapan dalam siklus reproduksi

perkembangan folikel, korpus luteum dan konsentrasi progesteron dianalisa secara statistik menggunakan analisis varian dan analisis korelasi. Estrus timbul 70,70 + 01,90 jam setelah penyuntikan PGF2a. Prostaglandin F2a menyebabkan regresi²⁵ korpus luteum, penurunan kadar progesteron plasma, diikuti dengan perkembangan dinamika folikel dominan dan berakhir dengan ovulasi. Pemberian GnRH pertama meningkatkan ukuran korpus luteum dan memperjelas regresinya, mempercepat penurunan kadar progesteron, sedangkan pemberian kedua menginduksi perkembangan folikel ovulasi lebih baik. Kecepatan regresi korpus luteum, penurunan kadar progesteron dan pertumbuhan folikel ovulasi setelah penyuntikan PGF2a untuk a a b a perlakuan 1, 2 dan 3 masing-masing adalah $2,53 + 0,24$, $2,73 + 0,36$ dan $3,53 + 0,28$ mm/hari; $1,39 + 0,14$, $1,35$ a b a b b + $0,18$ dan $1,57 + 0,12$ ng/ml/hari; dan $1,33 + 0,15$, $1,63 + 0,19$ dan $1,67 + 0,23$ mm/hari ($P < 0,05$). Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemberian PGF2a menyebabkan regresi korpus luteum, penurunan progesteron plasma dan perkembangan folikel ovulasi. Tambahan GnRH meningkatkan ukuran korpus luteum dan progesteron plasma, setelah penyuntikan PGF2a regresi korpus luteum dan penurunan kadar progesterone lebih nyata, serta perkembangan dinamika folikel ovulasi menjadi lebih baik (Putro dan Asmarani., 2014).

23. Afriani *et al.* (2014)

Waktu pemberian GnRH berpengaruh terhadap kecepatan berahi. Waktu yang tercepat dari tiga dosis GnRH yang berbeda adalah 100 µg/ml dengan rata-rata 45.42 ± 2.24 . Waktu penyuntikan hormon GnRH berpengaruh terhadap jumlah CL. CL yang terbanyak dihasilkan pada penyuntikan hormon GnRH 48 jam dengan rata-rata 4.33 ± 1.15 , lalu pada waktu penyuntikan 32 jam sebanyak 3.67 ± 1.53 , 16 jam sebanyak 1.67 ± 1.15 , dan 64 jam sebanyak 1.67 ± 0.58 (Afriani *et al.*, 2014).

Kendala utama dalam pengembangan sapi ini adalah masih rendahnya laju peningkatan populasi. Hal ini terutama disebabkan

25 Proses pelepasan

kekurangan dan ketidak seimbangan hormonal sehingga terjadi anestrus atau berahi tenang dan estrus tidak disertai ovulasi setelah postpartum (Peter *et al.*,2009). Belakangan ini upaya manipulasi hormonal untuk mendorong estrus dilakukan menggunakan GnRH (Hardjopranyoto,1995 ; Afriani *et al.*, 2014).



Gambar 3. Sapi Pesisir

24. Hendri *et al.* (2014)

Peningkatan produktivitas ternak sapi (baik pedaging maupun perah) dapat ditingkatkan hanya bila tersedia bibit dengan mutu genetik yang tinggi (unggul) dalam jumlah yang banyak. Hal tersebut dapat dilakukan dengan penerapan teknologi Tranfer Embrio (TE). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui respons berbagai bangsa sapi terhadap perlakuan superovulasi menggunakan hormon FSH analog sintetik (OvagenTM). Penelitian ini menggunakan metode studi kasus dengan pengambilan sampel secara purposive menggunakan data sekunder yang diperoleh di Laboratorium Produksi Embrio, Balai Embrio Ternak (BET) Cipelang, Bogor. Materi penelitian adalah 20 ekor sapi donor Friesian Holstein (FH), 15 ekor sapi donor Limousin dan 15 ekor sapi donor Simmental. Sapi donor FH dikelompokkan berdasarkan umur yaitu 12 ekor umur 3- 5 tahun, 2 ekor umur 7-8

tahun dan 6 ekor umur 10- 11 tahun. Sapi donor Limousin berumur 2-6 tahun (rata-rata 4 tahun) dan sapi donor Simmental berumur 2-7 tahun (rata-rata 4 tahun). Hormon yang digunakan adalah Ovagen™ dengan dosis 17,6 mg/ekor yang disuntikkan intramuscular selama tiga hari dengan interval 8- 12 jam (diberikan dua kali sehari dengan dosis menurun). Penyuntikan Ovagen™ dilakukan pada hari ke-9 sampai dengan hari ke-11 sejak awal estrus yang disynchronisasi menggunakan hormon Prostaglandin (PGF α) analog sintetik yaitu Lutalyse™ dengan dosis 5 mg/ekor intramuskular.



Gambar 4. Sapi Liomusin

Variabel penelitian adalah jumlah Corpus Luteum (CL) pada ovarium kiri dan kanan setelah kegiatan superovulasi. Data yang diperoleh diperbandingkan menggunakan uji t (T-test) menurut Steel dan Torrie (1991). Rata-rata jumlah CL pada ovarium kiri dan kanan sesudah superovulasi sapi FH pada kelompok umur 3-5 tahun masing-masing sebanyak $4,3 \pm 3,1$ dan $5,8 \pm 6,1$, kelompok umur 7-8 tahun masing-masing sebanyak $4,0 \pm 2,8$ dan $5,5 \pm 3,5$, dan kelompok umur 10-11 tahun masing-masing sebanyak $5,3 \pm 3,3$ dan $7,8 \pm 6,2$. Rata-rata jumlah CL pada ovarium kiri dan kanan sesudah superovulasi pada sapi Limousin masing-masing sebanyak $5,1 \pm 4,7$ dan $6,1 \pm 4,1$, dan pada sapi Simmental masing-masing sebanyak $5,7 \pm 5,0$ dan $6,7 \pm 5,6$ buah.

Dapat disimpulkan bahwa respons superovulasi dalam bentuk jumlah CL tidak nyata ($P > 0,05$) dipengaruhi oleh perbedaan posisi / letak ovarium (kiri ataupun kanan), perbedaan kelompok umur sapi donor, dan perbedaan breed (bangsa) di antara sapi donor FH, Limousin dan Simmental (Hendri *et al.*, 2014).

25. Tumiati (2013)

Superovulasi merupakan salah satu teknologi reproduksi yang digunakan untuk meningkatkan produktivitas domba. Domba yang disuperovulasi memiliki kondisi yang berbeda dari domba yang tidak disuperovulasi. Penelitian ini dilakukan untuk melihat gambaran darah merah domba bunting yang diberikan superovulasi dan penyuntikan human chorionic gonadotropin (hCG) pada hari ke-6 setelah perkawinan. Sebanyak dua belas ekor domba yang sudah dewasa kelamin, dengan bobot badan sekitar 18-25 kg yang dibagi ke dalam 4 kelompok perlakuan. Kelompok perlakuan pertama tidak disuperovulasi (kontrol), kelompok kedua disuperovulasi dengan penyuntikan PMSG dan hCG (SO_1), yang ketiga disuntik dengan hCG sebelum kawin (SO_2), dan keempat disuntik dengan PMSG dan hCG sebelum kawin diikuti dengan penyuntikan hCG 6 hari pascakawin (SO_{12}). Sinkronisasi estrus dilakukan dengan menyuntikkan 5-15 mg $PGF_{2\alpha}$ pada masing-masing domba betina. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah jumlah total sel darah merah, nilai hematokrit (PCV), dan kadar hemoglobin. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa kelompok perlakuan SO_{12} memiliki nilai rata-rata sel darah merah, hemoglobin, dan hematokrit lebih tinggi daripada kontrol. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa superovulasi dan ditambahkan penyuntikan hCG pada hari ke-6 setelah perkawinan (SO_{12}) menyebabkan peningkatan metabolisme tubuh induk domba yang digambarkan dari peningkatan jumlah sel darah merah, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit (SO_{12}) (Tumiati, 2013).

26. Puspita (2014)

Sektor peternakan khususnya sapi potong di Indonesia belum mampu mencukupi kebutuhan di dalam negeri bahkan mengalami penurunan. Masalah yang menghambat perkembangan sektor peternakan antara lain rendahnya produktivitas dan mutu genetik ternak. Penerapan teknologi transfer embrio (TE) menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi persoalan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bangsa dan umur terhadap kualitas embrio hasil produksi embrio di Balai Embrio Ternak (BET) Cipelang dengan menggunakan data sekunder berupa catatan produksi embrio in vivo selama tahun 2008 sampai tahun 2013. Data yang diperoleh kemudian diolah dengan IBMSPSS Statistik 16.0. Metode yang dipakai adalah dengan uji ragam varian (analyse of variant/ ANOVA). Data yang memberikan pengaruh nyata ($P < 0.05$) dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bangsa dan umur sapi memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap rata-rata dan persentase embrio layak transfer (ELT), embrio tidak layak transfer (ETLT), sel telur yang tidak terbuahi (UF) serta total embrio dan ovum terkoleksi (Puspita, 2014).

27. Fauzia (2014)

Permintaan daging di Indonesia akan bertambah terus secara nyata dengan bertambahnya penduduk. Upaya peningkatan dan pengembangan produksi daging secara berkelanjutan dapat dilakukan dengan mengembangkan teknologi transfer embrio (TE). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan superovulasi pada beberapa bangsa sapi dengan menggunakan preparat hormon yang berbeda antara follicle stimulating hormone (FSH) dan Prostaglandin $F2\alpha$ ($PGF2\alpha$). Penelitian dilaksanakan di Balai Embrio Ternak (BET) Cipelang dengan menggunakan data sekunder berupa catatan produksi embrio in vivo selama tahun 2008 sampai tahun 2013. Data yang didapatkan diolah dengan metode rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial 4×4 dengan dua faktor yaitu bangsa sapi (Simental, Limousin, Angus, Friesian Holstein) dan kombinasi

FSH dan PGF2 α (FSH1-PGF2 α 1, FSH1-PGF2 α 2, FSH2-PGF2 α 1, FSH2-PGF2 α 2). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa bangsa sapi memberikan pengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap jumlah corpus luteum tetapi kombinasi hormon tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0.05$) terhadap jumlah corpus luteum sebagai respon superovulasi (Fauzia, 2014).

28. Syawal (2015)

Anestrus Postpartum²⁶ pada kambing PE sering terjadi karena kesalahan manajemen reproduksi dan pakan sehingga mengakibatkan gangguan fungsional pada ovarium. Anestrus postpartum yang berlangsung lama menimbulkan kerugian bagi peternak karena efisiensi reproduksi yang rendah. Penelitian ini bertujuan memperbaiki kondisi reproduksi pada kambing PE betina yang mengalami anestrus postpartum dengan menggunakan hormon Prostaglandin (PGF2 α) atau progesteron (CIDR-G) dan meningkatkan kebuntingan hasil IB dengan pemberian hCG serta menggunakan dosis IB 100x10⁶ /0.25ml atau 200x10⁶ /0.25 ml. Selama penelitian sebanyak 30 ekor kambing dibagi menjadi 3 kelompok yaitu CIDR-G, PGF2 α dan kontrol. Kambing diberi pakan berupa konsentrat yang memiliki protein kasar 16% sebanyak 700 g/e/h. Kelompok progesteron diberi CIDR-G (0.3 progesteron) ditanam intravaginal selama 12 hari dan kelompok prostaglandin diberi PGF2 α dengan dosis 5 mg/ekor sebanyak 2 kali dengan selang waktu 11 hari. Respon estrus diamati setiap tiga jam sekali dengan cara memasukkan pejantan pengusik (teaser) ke dalam kandang kambing. Kambing dianggap positif estrus (onset estrus) jika diam dinaiki oleh pejantan. Kelompok kambing yang estrus sebagian diberi hCG, kemudian semua kambing estrus diinseminasi dengan dosis yang berbeda (100x10⁶ /0.25ml dan 200x10⁶ /0.25ml). Pemberian progesteron menghasilkan respon estrus 100% lebih tinggi dibanding respon pada pemberian PGF2 α (70%). Onset estrus kelompok CIDR-G adalah 35.81 \pm 13.33 jam lebih cepat dibandingkan kelompok PGF2 α yaitu 45.6 \pm 9.2 jam. Gejala klinis vulva maksimal

26 Tidak terjadinya kebuntingan pasca melahirkan

(kemerahan dan kebengkakan) lebih tinggi intensitasnya pada pemberian progesteron (80% dan 70%) dibanding PGF2 α (71% dan 57%). Intensitas kebasahan (lendir vulva) tidak menjadi parameter utama pada kambing estrus karena variasi antar individu sangat tinggi. Lama estrus hasil pemberian PGF2 α (52.17 \pm 3.34) jam lebih lama dibandingkan pada kelompok CIDR-G (49.61 \pm 3.56) jam. Kebuntingan pada kelompok yang diberi hCG lebih tinggi (67%) dibandingkan dengan yang tidak diberi hCG (42%). Kelompok yang menggunakan dosis IB dengan konsentrasi sperma 200x10⁶ /0.25ml menghasilkan kebuntingan yang tidak signifikan dibandingkan dengan dosis 100x10⁶ /0.25ml (54% dan 50%). Kesimpulan menunjukkan bahwa pemberian hormon progesteron dan PGF2 α bisa memperbaiki fungsi reproduksi pada kambing anestrus postpartum 2-4 bulan. Pemberian hormon hCG menghasilkan kebuntingan lebih baik daripada yang tidak diberi hCG. Penggunaan dosis IB dengan konsentrasi sperma 100x10⁶ /0.25ml dan 200x10⁶ /0.25 ml menghasilkan tingkat kebuntingan yang relatif sama (Syawal, 2015).



Gambar 5. Kambing PE

29. Nurkhasanah (2016)

Peningkatan mutu genetik ternak di Indonesia perlu didukung oleh berbagai faktor, salah satunya adalah performa reproduksi ternak

yang dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas ternak. Penerapan teknologi untuk meningkatkan mutu genetik ternak yang secara tidak langsung dapat meningkatkan populasi ternak yaitu transfer embrio. Melalui aplikasi teknologi transfer embrio diharapkan mampu meningkatkan efisiensi reproduksi ternak dan melestarikan bibit unggul. Tujuan penelitian ini mengetahui perbedaan tingkat keberhasilan transfer embrio dengan menggunakan donor sapi simmental dan sapi limousin. Kegiatan meliputi 3 tahap kegiatan, yaitu produksi embrio in vivo, transfer embrio, dan pemeriksaan kebuntingan. Data tersebut diuji dengan uji Mann-Whitney. Persentase tingkat keberhasilan transfer embrio dari bangsa donor sapi simmental sebesar 22.50% dari jumlah donor sebanyak 17 ekor sedangkan untuk sapi limousin sebesar 34.04% dari jumlah donor sebanyak 21 ekor. Tingkat keberhasilan transfer embrio, jumlah embrio terkoleksi, persentase embrio layak transfer, dan tidak layak transfer pada sapi simmental tidak berbeda dengan sapi limousine (Nurkhasanah, 2016).

30. Imron *et al.* (2016)

Pelaksanaan superovulasi secara konvensional dilakukan dengan penyuntikan *Follicle Stimulating Hormone* (FSH) sebanyak dua kali sehari. Hal tersebut memerlukan perhatian khusus dan meningkatkan kemungkinan kesalahan penanganan dalam pelaksanaannya. Penelitian ini dilakukan bertujuan mengkaji respons superovulasi menggunakan penyuntikan dosis tunggal hormon FSH ke dalam ruang epidural pada sapi peranakan ongole (PO). Penelitian terdiri dari dua tahap. Penelitian 1 membandingkan perlakuan kombinasi penyuntikan tunggal hormon FSH ke dalam ruang epidural²⁷ dan intramuskuler (perlakuan kombinasi epi+i.m.) Dengan penyuntikan FSH dua kali sehari secara intramuskuler selama empat hari (perlakuan intramuskuler), menggunakan dosis total masing-masing 400 mg FSH. Respons superovulasi dari kelompok perlakuan epi+i.m

²⁷ Ruang epidural adalah ruang di antara jaringan lapisan terluar medulla spinalis dan kanal vertebral

(n=4) tidak berbeda nyata dengan kelompok perlakuan intramuskuler (n=4). Penelitian 2 membandingkan penggunaan dua konsentrasi FSH (280 mg dan 160 mg) yang disuntikan dalam dosis tunggal ke dalam ruang epidural. Sebagai kontrol digunakan data perlakuan epi-im dari penelitian 1. Kelompok perlakuan FSH 280 mg (n=4) menghasilkan total koleksi dan embrio layak transfer ($9,00 \pm 2,65$ dan $3,33 \pm 2,52$), berbeda nyata dengan kelompok perlakuan 160 mg (n=4) ($2,00 \pm 1,26$ dan $0,00$), $P < 0,05$, tetapi tidak berbeda nyata dengan kontrol ($9,33 \pm 5,68$ dan $3,67 \pm 3,21$). Disimpulkan bahwa supersovulasi dengan penyuntikan 280 mg FSH dosis tunggal ke dalam ruang epidural menghasilkan embrio layak transfer yang setara dengan penyuntikan dua kali sehari selama empat hari (Imron *et al.*, 2016).

Ruang epidural adalah ruang di antara jaringan lapisan terluar medulla spinalis dan kanal vertebral yang dikelilingi oleh jaringan berlemak (Moore dan Dalley, 2006). Banyak tindakan veteriner seperti pemberian obat anestetik dan analgesik disuntikan pada ruang epidural dengan tujuan memperpanjang masa kerjanya (Grubb *et al.*, 2002).



Gambar 6. Sapi Peranakan Ongole

Lee *et al.* (2005) melaporkan ruang epidural bersifat sangat hidrofobik karena dikelilingi oleh banyak lemak epidural. Sementara itu FSH merupakan hormon dari golongan glikoprotein dan bersifat hidrofilik yang tidak larut dalam lemak (Jiang 2014). Karena itulah, hormon FSH yang hidrofilik menjadi lebih lama untuk diabsorpsi ke dalam peredaran darah karena terhambat di ruang epidural yang bersifat hidrofobik. Hiraizumi *et al.*, (2015; Imron *et al.*, 2016) juga melaporkan bahwa jumlah lemak yang ada pada lokasi penyuntikan FSH dalam protocol superstimulasi secara subkutan sangat berpengaruh terhadap proses perlambatan absorpsi FSH.

31. Aptiani (2016)

Sinkronisasi gelombang folikel penting dilakukan dalam penentuan waktu yang tepat untuk memulai superovulasi pada sapi donor. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji respon superovulasi dengan metode sinkronisasi gelombang folikel berbeda pada sapi simental dengan metode ovsynch²⁸ dan pemasangan implan progesteron (cue-mate²⁹). Hasil penelitian menunjukkan persentase sapi respon pada perlakuan ovsynch sebesar 83.33% dengan corpus luteum (CL) 14.83 ± 10.59 dan sapi respon 100% dengan CL 13.00 ± 9.16 pada perlakuan cue-mate. Total embrio terkoleksi dan embrio layak transfer pada perlakuan ovsynch (9.33 ± 7.53 dan 2.08 ± 2.02) tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) dengan perlakuan cue-mate (10.66 ± 9.97 dan 1.92 ± 2.94). Persentase embrio tidak layak transfer pada kedua perlakuan (ovsynch = 77.68%; cue-mate = 83.03%) lebih tinggi dibandingkan dengan embrio layak transfer (ovsynch = 22.32%; cue-mate = 17.97%). Disimpulkan bahwa sinkronisasi gelombang folikel dengan menggunakan metode ovsynch dan cue-mate memiliki efek yang tidak berbeda nyata terhadap respon superovulasi pada sapi simental (Aptiani, 2016).

28 Metode sinkronisasi estrus berbasis penggunaan prostaglandin F2a

29 Istilah untuk implan progesteron

32. Kaiin dan Tappa (2006)

Penyuntikan hCG pada proses superovulasi dengan menggunakan kombinasi CIDR dan FSH menyebabkan peningkatan respon superovulasi dan jumlah CL yang terbentuk pada induk sapi donor Brangus secara nyata. Selain itu juga meningkatkan jumlah CL yang terbentuk, jumlah embrio terkoleksi dan jumlah embrio yang layak transfer (Kaiin dan Tappa, 2006).

33. Imron (2016)

Teknik penyuntikan tunggal hormon FSH dalam ruang epidural berdasarkan pada pertumbuhan gelombang folikel pada sapi peranakan ongole. Penelitian tahap pertama dilakukan untuk mendapat informasi dinamika ovarium pada sapi PO sebagai respon terhadap penyuntikan gonadorelin (GnRH) dalam protokol Ovsynch berbasis preparat progesteron intravaginal. Hasil penelitian ini digunakan untuk protokol sinkronisasi ovulasi pada dua penelitian tahap berikutnya. Sapi dara (n=18) dan induk (n=12) dibagi secara acak menjadi tiga group. Group satu (CP) diberi perlakuan dengan memasukkan Cuemate kedalam vagina pada hari ke 0 – 7 dan disuntik prostaglandin pada hari ke-7. Kelompok dua (CPG) sama dengan kelompok satu, tapi dengan penambahan penyuntikan GnRH pada hari ke-9. Kelompok tiga (GCPGP) sama dengan kelompok dua, tapi dengan diawali penyuntikan GnRH pada hari ke-0. Pemeriksaan USG dilakukan pada hari ke 0 – 4, 7 sampai ovulasi dan 7 hari setelah ovulasi. Persentase sinkronisasi ovulasi meningkat sangat nyata berturut-turut pada CP, CPG and GCPG pada dara (16, 50 dan 85 %) maupun induk (0, 60 dan 100 %), $P < 0.01$ pada hari ke-11. Diameter folikel ovulatori tidak berbeda nyata antara perlakuan CP, CPG dan GCPG pada dara (11.9+0.5, 11.9+0.5 dan 12.1+0.6 mm) maupun pada induk (11.7+0.4, 11.8+0.7, 11.1+0.6 mm). Penelitian ini menyimpulkan bahwa protokol GCPG meningkatkan persentase sinkronisasi ovulasi baik pada dara maupun induk tanpa mempengaruhi diameter folikel ovulatori maupun korpus luteum. Penelitian tahap kedua dilakukan untuk mendapatkan data dinamika ovaria dan repeatabilitas pola

pertumbuhan gelombang folikel dalam siklus berahi pada sapi PO. Pada tahap awal, penelitian ini menggunakan 9 ekor sapi PO untuk informasi karakteristik dinamika ovaria dan memetakan pola gelombang dalam satu interval interovulatori (IOI). Pengamatan pertumbuhan folikel dan korpus luteum (CL) dilakukan dengan menggunakan ultrasonografi (USG) setiap hari sekali pada pagi hari. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sapi PO memiliki pola 3 (66%) dan 4 (34%) gelombang pertumbuhan folikel dalam satu IOI. Gelombang pertumbuhan folikel pertama dari pola gelombang 3 dan 4 mulai terlihat berturut-turut $0,4+0,9$ dan $1,4+1,1$ dan $2+1,0$ relatif terhadap terjadinya ovulasi. Gelombang kedua dari pola gelombang 3, 4 dan 5 terjadi berturut-turut pada hari ke $9,8+1,5$, $7,4+1,9$ dan $7+1,0$ relatif terhadap terjadinya ovulasi. Pola 3 gelombang folikel memiliki durasi folikel dominan yang lebih panjang ($11,6+1,5$ hari) pada gelombang pertama dari siklus berahi dibandingkan dengan pola 4 gelombang ($10+2,9$ hari). Kecepatan pertumbuhan folikel dominan (FD) tidak berbeda nyata antara pola 3 dan 4 gelombang folikel ($0,87+0,23$ dan $0,94+0,25$ mm/hari). Demikian juga diameter folikel ovulatori antara pola 3 dan 4 gelombang folikel tidak berbeda nyata yaitu berturut-turut $12,24+0,71$ dan $12,30+0,22$ mm. Diameter CL juga tidak berbeda antara pola 3 dan 4 gelombang folikel, yaitu $18,94+0,47$ dan $19,44+0,87$ mm. Pengamatan repeatabilitas pola gelombang dilakukan menggunakan 6 ekor sapi PO yang sudah diketahui pola gelombangnya pada satu IOI berikutnya. Hasil pengamatan pertumbuhan gelombang dan jumlah folikel dalam penelitian ini memiliki nilai repeatabilitas yang tinggi pada individu yang sama, yaitu berturut-turut $0,88$ dan $0,93$. Penelitian ketiga dilakukan berdasarkan metode sinkronisasi ovulasi paling optimal dari hasil penelitian tahap satu dan data dinamika pertumbuhan folikel pada penelitian tahap dua untuk melakukan superovulasi pada sapi PO. Pelaksanaan superovulasi secara konvensional umumnya dilakukan dengan penyuntikan Follicle Stimulating Hormone (FSH) dua kali sehari selama 4 hari sehingga memerlukan alokasi petugas teknis secara khusus dalam pelaksanaannya. Tujuan penelitian tahap tiga adalah untuk mengkaji respon superovulasi menggunakan

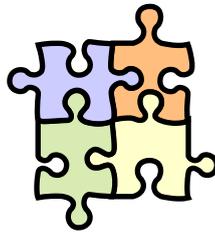
penyuntikan dosis tunggal hormon FSH ke dalam ruang epidural pada sapi Peranakan Ongole (PO). Penelitian tahap tiga terdiri dari 2 bagian, yaitu penelitian 1 dan 2. Penelitian 1 membandingkan perlakuan kombinasi penyuntikan tunggal hormon FSH ke dalam ruang epidural plus intramuskular (perlakuan kombinasi epi+i.m.) Dengan penyuntikan FSH dua kali sehari secara intramuskular selama 4 hari (perlakuan intramuskular), menggunakan dosis total masing-masing 400 mg FSH. Respon superovulasi dari kelompok perlakuan epi+i.m (n=4) tidak berbeda nyata dengan kelompok perlakuan intramuskular (n=4) pada semua hasil pengamatan. Penelitian 2 membandingkan penggunaan dua konsentrasi FSH (280 mg dan 160 mg) yang disuntikkan dalam dosis tunggal ke dalam ruang epidural. Sebagai kontrol digunakan data perlakuan epi+im dari penelitian 1. Kelompok perlakuan FSH 280 mg (n=4) menghasilkan total koleksi dan embrio layak transfer (9,0+2,65 dan 3,33+2,52), berbeda nyata dengan kelompok perlakuan 160 mg (n=4) (2,0+1,26 dan 0,00), $P < 0,05$, tetapi tidak berbeda nyata dengan kontrol (9,33+5,68 dan 3,67+3,21). Disimpulkan bahwa supersovulasi dengan penyuntikan FSH dengan dosis tunggal ke dalam ruang epidural menghasilkan embrio layak transfer yang setara dengan penyuntikan dua kali sehari berturut-turut selama 4 hari (Imron, 2016).

34. Hardiyanto (2017)

Peningkatan populasi ternak dapat dilakukan salah satunya menggunakan MOET (multiple ovulation embryo transfer) dengan program superovulasi, sinkronisasi hingga evaluasi embrio. Hal tersebut dilakukan untuk menjamin kualitas bibit memiliki produksi yang tinggi. Penentuan kualitas embrio pada metode ini diberikan pakan dengan kadar protein 15%-20%. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi pengaruh pemberian protein pakan berbeda terhadap bangsa sapi yang berbeda. Evaluasi dilakukan dengan mengamati pengaruh lingkungan terhadap produksi embrio. Penilaian tersebut dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap Pola Faktorial. Hasil evaluasi menunjukkan rata-rata produksi embrio pada bangsa berbeda

tidak berbeda nyata ($P>0.05$), perbedaan bangsa tidak berpengaruh terhadap kualitas embrio yang dihasilkan (Hardiyanto, 2017).

Itulah beberapa penelitian terdahulu mengenai superovulasi, dimana hal yang membedakan setiap penelitiannya yaitu donor yang digunakan, metode dan inovasi yang dicobakan untuk mendapatkan hasil berupa oosit yang baik dari segi kualitas.



BAB III

Superovulasi pada Ternak

Bab ini merupakan kelanjutan dari Bab II, dimana setelah kita membaca penelitian-penelitian yang telah dilakukan maka akan muncul pertanyaan-pertanyaan yang menarik mengenai superovulasi, dimana dalam hal ini aplikasi menjadi standart yang digunakan dalam penerapan teknologi.

Aplikasi merupakan penerapan teknologi yang merupakan alat bantu dalam beternak. Tentunya dalam proses aplikasi kita akan menemui beberapa faktor penentu dalam keberhasilan superovulasi. Faktor-faktor itu sangat luas dimulai dari ternak donor, metode serta aplikasi dilapangan. Dalam Bab ini kita akan dikenalkan lebih baik tentang faktor tersebut.

3.1. Kenapa superovulasi adalah kunci keberhasilan TE ?

Kenapa superovulasi adalah kunci keberhasilan TE ? itu karena superovulasi adalah sumber dari embrio yang nantinya akan di transfer pada ternak resipien.

Superovulasi merupakan salah satu rangkaian dari kegiatan TE yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan produksi induk betina. Superovulasi pada hewan unipara dapat dirangsang dengan penyuntikan hormon-hormon gonadotrophin eksogen. Hormon gonadotrophin eksogen yang sering digunakan untuk superovulasi diantaranya *pregnant mare's serum gonadotrophin* (PMSG), *follicle stimulating hormon* (FSH) dan *human menopause gonadotrophin* (hMG) (Harsono, 2001), *luteinizing hormon* (LH) atau gabungan dari hormon tersebut dengan dosis yang bervariasi (Mahaputra *et al.*, 1987).

Superovulasi merupakan kunci keberhasilan transfer embrio dan tidak hanya ditentukan oleh tingginya laju ovulasi dan jumlah embrio yang diperoleh, tetapi superovulasi dipengaruhi juga oleh berbagai faktor seperti faktor-faktor yang mempengaruhi respon superovulasi pada induk donor, faktor yang mempengaruhi fertilisasi dan viabilitas³⁰ embrio serta faktor yang berhubungan dengan manajemen induk donor. Pemakaian CIDR yang mengandung hormon progesteron efektif dilakukan untuk proses sinkronisasi siklus estrus pada sapi perah. Selain itu, kombinasi penggunaan CIDR dengan penyuntikan hormon prostaglandin (PGF₂α) secara nyata dapat meningkatkan jumlah sapi yang standing pada saat estrus (Vargas *et al.*, 1994). Pemberian hCG pada proses superovulasi dengan FSH dilaporkan dapat menghasilkan lebih banyak embrio layak transfer walaupun tidak berbeda secara nyata dari kontrol (Armstrong, 1993).

Transfer embrio (TE) merupakan salahsatu bioteknologi reproduksi untuk meningkatkan produktivitas dari ternak unggul baik itu dalam segi peningkatan kuantitas (populasi) atau kualitas dari anak yang dihasilkan. Transfer embrio adalah pemindahan

embrio dari donor ke resipien dimana embrio diperoleh dari proses superovulasi.

Keyword : tidak ada superovulasi maka tidak akan ada TE.

3.2. Aplikasi Superovulasi pada Ternak

Menurut KBBi ternak adalah binatang yang dipelihara (sapi, kuda, kambing dan sebagainya) untuk dibiakkan dengan tujuan produksi. Apabila digabungkan dengan pengertian superovulasi pada bab sebelumnya maka superovulasi pada ternak adalah proses induksi hormon eksogen kedalam tubuh ternak untuk meningkatkan jumlah oosit yang dilepaskan mencapai dua belas (12) oosit dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dari ternak yang dipelihara (sapi, kambing, kuda, kerbau dan sebagainya).

Aplikasi atau penerapan merupakan tahapan yang sangat menentukan keberhasilan superovulasi. Sebelum kita bisa menerapkan teknologi superovulasi pada ternak tentunya kita harus mengetahui syarat-syarat ternak yang bisa dijadikan sebagai donor dalam proses ini. Dalam aplikasi superovulasi pada ternak kita akan dihadapkan pada tiga komponen utama keberhasilan superovulasi yaitu:

1. Ternak donor
2. Teknik yang digunakan (hormon yang di induksi)

Pemberian hormon secara eksogen seperti follicle stimulating hormone (FSH) dan pregnant mare serum gonadotrophin (PMSG) baik intramuskuler, intrauterin maupun intraovari (Price *et al.*, 1999; Adriani *et al.*, 2003; Duggavathi *et al.*, 2005; Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2004 ; Adriani *et al.*, 2009). Semakin dekat titik Pemberian hormon dengan sel target maka semakin sedikit konsentrasi hormon yang diberikan (Adriani *et al.*, 2009).

Teknis pelaksanaan intraovari dengan cara spuit yang berisi cairan hormon yang sudah dilengkapi dengan jarum ukuran 22G diletakkan

dalam selongsong logam dengan panjang 30 cm dan diameter 1,8 cm. Sebuah batang pengendali jarum ujungnya diletakkan pada pangkal spuit dan ujung lainnya mencuat sampai keluar selongsong. Selongsong logam untuk memasukkan hormon dimasukkan ke dalam vagina sampai dekat pangkal serviks, ovarium ditarik dengan tangan yang masuk melalui rektum, ovarium didekatkan pada dinding vagina yang dekat dengan pangkal serviks. Jarum ditusukkan menembus dinding vagina sampai ujung jarum masuk ke dalam bagian medula dari ovarium (Adriani *et al.*, 2009).

3. Tahapan pelaksanaan dilapangan

Sinkronisasi gelombang folikel merupakan upaya penyerentakan terjadinya awal gelombang- gelombang folikel, yang dapat terjadi setelah penghilangan folikel dominan baik secara hormonal maupun secara mekanis/aspirasi. Pada prinsipnya merupakan penghilangan efek penekanan dari folikel dominan sehingga dapat memunculkan gelombang folikel baru (Bo *et al.*, 1995 ; Maidaswar, 1990). Pemberian GnRH atau aspirasi folikel 2 hari sebelum superovulasi terbukti dapat meningkatkan respon ovulasi (Kohram *et al.*, 1998).

Sato *et al.*, (2005) dalam Maidaswar (1990) menyatakan bahwa penyuntikan GnRH dapat menginduksi ovulasi dan kemudian menstimulasi peningkatan FSH endogen selanjutnya gelombang folikel terjadi dalam waktu yang tepat tanpa variasi waktu pada semua sapi. Lebih lanjut dinyatakan bahwa penyuntikan 25 µg GnRH pada hari ke-6 siklus estrus, (2.5 hari sebelum superovulasi) menghasilkan embrio layak transfer yang lebih tinggi dibanding perlakuan 50 dan 100 µg GnRH. Ablasi (penghilangan) folikel dominan sebelum superovulasi terbukti dapat meningkatkan perolehan total embrio dan embrio yang layak transfer pada sapi perah produksi susu tinggi (Amiridis *et al.*, 2006).

Bo *et al.*, (1995) dalam Maidaswar (1990) melakukan aspirasi semua folikel yang berdiameter lebih atau sama dengan 5 mm, sebagai sebuah metode ablasi folikel untuk menginduksi sinkronisasi gelombang folikel dan sinkronisasi ovulasi. Hasilnya adalah sebuah

gelombang folikel baru muncul pada 1,5 hari kemudian, dan setelah pemberian PGF2 α terdeteksi ovulasi yang serentak. Ablasi folikel transvaginal dengan bantuan USG merupakan suatu metode yang sangat bermanfaat dalam sinkronisasi gelombang folikel dalam kegiatan superovulasi. Untuk tujuan sinkronisasi gelombang folikel, Kanitz *et al.*, (2006 ; Maidaswar, 1990) melaporkan pemberian GnRH pada hari 14 atau 16 atau 18 siklus estrus, dari 27 ekor sapi perah dara, 22 ekor diantaranya (81,5 %) mengalami ovulasi antara 27 sampai 33 jam setelah pemberian GnRH.

Mengenai kapan munculnya gelombang folikel setelah mendapat perlakuan, ada beberapa pendapat yaitu 3-4 hari setelah pemberian GnRH (Twaqiramungu *et al.*, 1995); 2-4 hari setelah pemberian GnRH (Pursley *et al.*, 1995); 1.5 hari setelah aspirasi folikel dan 3-6 hari setelah pemberian Progesteron implant-Estradiol 17 β (Bo *et al.*, 1995 ; Maidaswar, 1990). Sebuah folikel dominan akan terbentuk dalam 2 hari setelah munculnya gelombang folikel (Ginther *et al.*, 1996 ; Maidaswar, 1990) atau dalam 3-4 hari setelah aplikasi GnRH (Bo *et al.*, 1995 ; Maidaswar, 1990). Folikel dominan baru tersebut berkembang menjadi folikel ovulatory setelah proses luteolisis yang diinduksi dengan PGF2 α .

Superovulasi merupakan faktor kunci bagi keberhasilan TE pada sapi, disamping juga merupakan faktor penghambat utama dalam kontribusi transfer embrio sebagai sarana untuk perbaikan mutu genetik sapi (Amstrong, 1993). Langkah kunci dalam pelaksanaan transfer embrio adalah tersedianya sel telur atau embrio dalam jumlah yang banyak. Untuk meningkatkan jumlah sel telur yang diovulasikan setiap siklusnya maka perlu dilakukan induksi superovulasi. Secara konvensional, induksi superovulasi dilakukan menggunakan hormongonadotropin yakni pregnant mare serum gonadotrophin (PMSG) dan follicle stimulating hormone (FSH). Kedua hormon ini biasanya menghasilkan respons yang rendah yang ditandai dengan rendahnya kualitas embrio (Putro, 1995, 1996; Siregar *et al.*, 2004) dalam Siregar, 2012.

3.3. Siklus dan Sinkronisasi Estrus

a. Siklus Estrus

Siklus reproduksi dapat dibagi menjadi pebertas, siklus birahi, perkawinan, kebuntingan dan kelahiran. Siklus estrus merupakan jarak waktu antara satu estrus ke fase estrus berikutnya. Walaupun aktivitas estrus ternak kambing tergolong poliestrus artinya estrus terjadi beberapa kali dalam satu tahun, akan tetapi siklus bervariasi. Utama (2007) menyatakan bahwa lama siklus estrus pada kambing adalah 18 - 24 hari dengan rata-rata 21 hari. Menurut Atabany *et al.*, (2004) bahwa siklus estrus kambing PE adalah 22,79 hari dan Utama (1996) sebesar 18 - 22 hari. Sebagai pembandingan pada kambing Kacang memiliki siklus estrus antara 19 - 50 hari (Prabowo *et al.*, 1995) dan pada kambing Boer sebesar 20,7 hari kisaran 13 - 25 hari (Greyling, 2000). Umumnya sapi memperlihatkan tanda-tanda birahi setelah 2-3 hari pemberian PGF 2α (Adriani *et al.*, 2009).

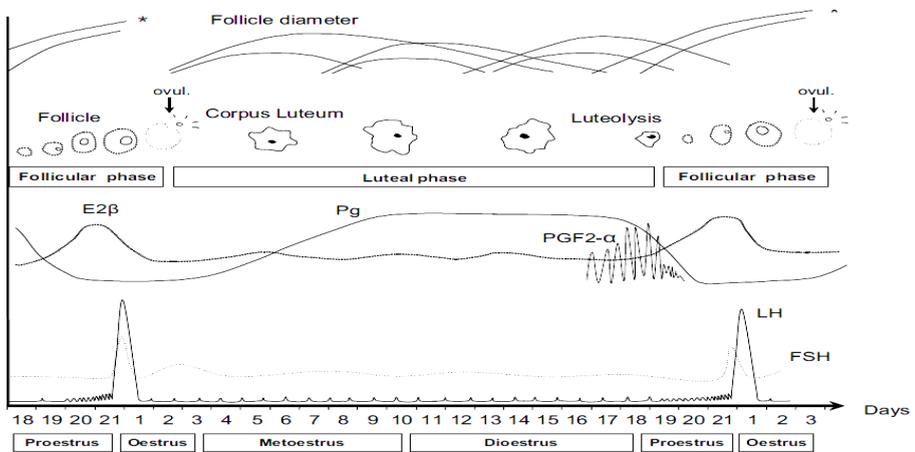
Ternak betina akan birahi pada interval waktu yang teratur, namun berbeda dari spesies satu dengan spesies lainnya (Frandsen, 1993). Interval antara timbulnya satu periode birahi dan periode birahi berikutnya disebut dengan siklus estrus. Siklus estrus pada dasarnya dibagi menjadi 4 fase yaitu : proestrus, estrus, metestrus, dan diestrus (Marawali, dkk., 2001).

Tanda-tanda estrus pada setiap ternak dapat berbeda, dibawah ini adalah tanda-tanda estrus pada kambing dapat terlihat pada gambar 2.



Gambar 7. Tanda-tanda Birahi (estrus) pada kambing (Syawal, 2015)

Banyak faktor yang mempengaruhi terjadinya variasi siklus estrus diantaranya perbedaan bangsa, tatalaksana pemeliharaan terutama pengelolaan reproduksi dan juga faktor gelombang pertumbuhan folikel (follicle development Ovulasi pada Ternak wave). Gelombang pertumbuhan folikel dalam satu siklus estrus pada kambing saat ini belum diketahui dengan pasti, sehingga sulit untuk menentukan dengan tepat aplikasi hormonal dalam program sinkronisasi estrus dan waktu inseminasi. Mengontrol gelombang pertumbuhan folikel penting dalam program sinkronisasi estrus dan inseminasi buatan (Adams 1994). Salah satu cara mengontrol gelombang pertumbuhan folikel yakni dengan mengamati fase yang terjadi pada siklus estrus yang telah terbagi dalam empat fase yaitu Proestrus, Estrus, Metestrus dan Diestrus.



Gambar 8. Siklus estrus kambing (Syawal, 2015)

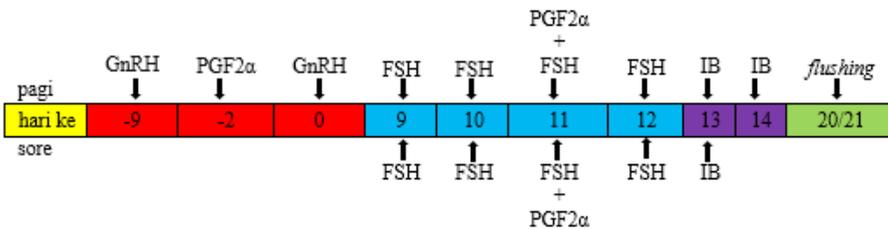
b. Sinkronisasi Estrus

Sinkronisasi gelombang folikel penting dilakukan dalam penentuan waktu yang tepat untuk memulai superovulasi pada sapi donor. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji respon superovulasi dengan metode sinkronisasi gelombang folikel berbeda pada sapi simental dengan metode ovsynch dan pemasangan implan progesteron (cue-mate). Disimpulkan bahwa sinkronisasi gelombang folikel dengan

menggunakan metode ovsynch dan cue-mate memiliki efek yang tidak berbeda nyata terhadap respon superovulasi pada sapi simental.

Sinkronisasi gelombang folikel penting dilakukan dalam penentuan waktu yang tepat untuk memulai superovulasi pada sapi donor. Disimpulkan bahwa sinkronisasi gelombang folikel dengan menggunakan metode ovsynch dan cue-mate memiliki efek yang tidak berbeda nyata terhadap respon superovulasi pada sapi simental (Aptiani, 2016).

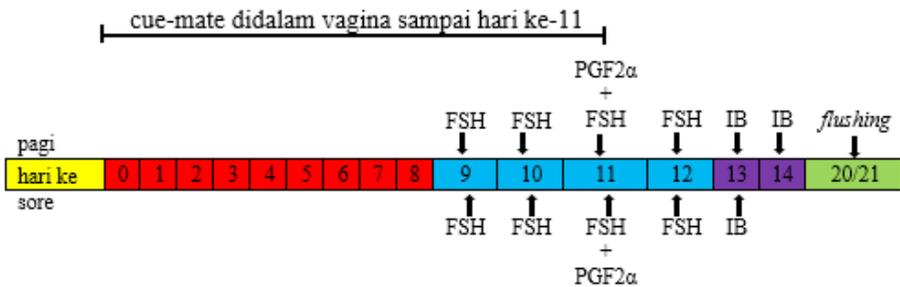
Sebanyak 12 sapi simental diberikan perlakuan ovsynch dengan penyuntikan GnRH 2 kali secara intra muskular. Setelah 7 hari penyuntikan GnRH yang pertama, sapi disuntik 2 mL PGF2 α . Selang 2 hari dilakukan penyuntikan GnRH yang kedua penetapan hari ke-0. Prosedur perlakuan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 9. Prosedur perlakuan berdasarkan metode ovisynch (Aptiani, 2016).

Sinkronisasi awal pertumbuhan gelombang folikel dengan implant progesteron (cue-mate). Pemasangan cue-mate ke dalam vagina dilakukan dengan menggunakan aplikator yang telah diberi gel. Pemasangan implan ini bertujuan untuk sinkronisasi birahi pada sapi donor yang diprogram dengan menghambat terjadinya ovulasi folikel dominan. Menurut Senger (1999) ovulasi tidak dapat terjadi dalam kondisi dimana kadar progesteron tinggi. Kadar progesteron yang tinggi menyebabkan adanya penekanan terhadap sekresi hormone gonadotropin (FSH dan LH) sehingga menghambat terjadinya ovulasi. Kadar progesteron yang ideal untuk penyuntikan FSH berkisar antara 4-6 ng/ml (Pineda dan Dooly 2003). Pemasangan

cue-mate ditetapkan sebagai hari ke-0. Cue-mate dalam vagina sampai hari ke-11. Prosedur perlakuan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 10. Prosedur perlakuan berdasarkan metode cue-met (Aptiani, 2016)

Tujuan dari pemasangan CIDR pada proses superovulasi adalah untuk dapat meningkatkan kadar progesteron dalam darah yang berfungsi untuk mempersiapkan terjadinya gelombang folikel pada fase luteal sehingga folikel-folikel tersebut akan memiliki sensitifitas yang tinggi terhadap hormon FSH yang akan diberikan pada proses superovulasi. Sistem kerja dari CIDR adalah membantu meningkatkan kadar progesterone dalam darah, peningkatan kadar progesteron dimulai sejak CIDR disisipkan dalam vagina dimana kadar konsentrasi progesteron dalam darah akan meningkat menjadi 5 sampai 7 ng/ml dalam waktu 24 jam (Jodiansyah *et al.*,2013).

Sinkronisasi estrus merupakan teknik manipulasi siklus estrus untuk menimbulkan gejala estrus dan ovulasi pada sekelompok hewan secara bersamaan. Teknik ini terbukti efektif untuk meningkatkan efisiensi penggunaan inseminasi buatan (Bartolome *et al.*, 2002; Williams *et al.*, 2002; Patterson *et al.*,2005; Putro dan Asmarani, 2014). Beberapa metode sinkronisasi estrus telah dikembangkan, antara lain dengan penggunaan sediaan progesteron, prostaglandin F2a (PGF2a), serta kombinasinya dengan gonadotrophin releasing hormone (GnRH).

Pemberian progesteron berpengaruh menghambat ovulasi, prostaglandin F2a menginduksi regresi korpus luteum, sedangkan

GnRH menambah sinergi proses ovulasi (Hariadi *et al.*, 1988; Rabiee *et al.*, 2005; Bartolome *et al.*, 2004; Kasimanickam *et al.*, 2006). Beberapa metode sinkronisasi estrus berbasis penggunaan prostaglandin F_{2a} untuk pelaksanaan inseminasi buatan terprogram telah dikembangkan akhir-akhir ini. Salah satu yang paling banyak diaplikasikan adalah metode Ovsynch (Pursley *et al.*, 1997; Cartmil *et al.*, 2001; Fricke, 2003; Colazo *et al.*, 2004; DeJarnette, 2003, 2004; Salverson, 2006). Kebanyakan penelitian sinkronisasi estrus dengan metode berbasis prostaglandin F_{2a} hanya melaporkan kemampuan suatu agen sinkronisasi untuk menimbulkan estrus dan hasil konsepsinya setelah inseminasi buatan (Thatcher *et al.*, 2001; Pancarci *et al.*, 2002; Bartolome *et al.*, 2004; Goodling *et al.*, 2005; Rabiee *et al.*, 2005; Miller, 2006; Chebel *et al.*, 2007 ; Putro, 1995).

Induksi estrus bisa dilakukan dengan memberikan progesteron dalam kurun waktu tertentu, baik secara oral, penyuntikan maupun intravagina. Bahan penyerentak berahi dapat berupa senyawa kimia yang mengandung hormon progesteron yang dikemas dalam spons, yang dikenal dengan nama medroxyprogesteron acetate atau flugeston acetate atau kemasan lain seperti CIDR-G mengandung 0,33 gram progesterone alami.

Controlled Internal Drug Release (CIDR-G) adalah alat intravaginal yang melepaskan progesteron untuk stimulasi siklus estrus dan pengendalian siklus pada kambing. CIDR-G yang dibuat oleh Carter Holt Harvey Plastic Product (New Zealand) mempunyai rangka dengan tubular T-shape dari bahan dasar nilondan diselubungi oleh silikon yang dipergunakan luas secara implan baik pada manusia maupun pemberian pada hewan. Silicon bersifat inaktif dan tidak mengiritasi membran mukosa yang sensitif seperti epitel vagina. CIDR-G mengandung 0,33 gram progesteron alami yang dikeluarkan secara bertahap dalam aliran darah melalui difusi dari karet silicon yang dilapisi nilon dan dicelupkan dalam larutan progesteron, bentuknya disesuaikan dengan bentuk vagina (Inter 1996). Prinsip CIDR-G sebagai sumber progesteron eksogenous diserap oleh vagina kedalam darah untuk memelihara level progesteron sehingga

menekan pengeluaran LH dan FSH dari hypothalamus selama waktu yang direkomendasikan sesuai program.

Hormon progesteron yang diperoleh dari penanaman CIDR-G sangat besar pengaruhnya pada kambing fase luteal. Perbedaan jumlah progesteron akan mengakibatkan perbedaan perkembangan folikel di ovarium. Jumlah progesterone yang lebih banyak akan menstimulasi terjadinya perkembangan folikel lebih banyak (Menchaca and Rubianes 2001) dan bisa menyebabkan banyak folikel yang dominan (Diskin *et al.*, 2002). Perkembangan folikel akan mempengaruhi pematangan oosit dan waktu ovulasi (Burke *et al.*, 2001). Hasil penelitian Roche (2006) melaporkan bahwa jika jumlah folikel yang tumbuh dan matang makin banyak maka akan mengakibatkan sekresi estradiol menjadi banyak (meningkat) sehingga menyebabkan awal estrus dan ovulasi yang lebih cepat.

Penggunaan CIDR-G telah terbukti efektif untuk mengontrol siklus estrus pada spesies ruminansia. Beberapa studi melaporkan bahwa CIDR-G efektif digunakan pada kambing, sinkronisasi dengan CIDR-G selama 10 hari yang dikombinasikan dengan injeksi prostaglandin 2 hari sebelum pencabutan CIDR-G efisien untuk memunculkan estrus dan ovulasi (Junaidi dan Norman 2005). Penggunaan CIDR-G intravaginal selama 10 hari dikombinasikan dengan suntikan prostaglandin bisa menghasilkan estrus 100 % (Diah *et al.*, 2010). Sunendar (2008) bahwa sinkronisasi estrus dengan implant CIDR-G memperlihatkan onset estrus 20 - 40 jam setelah CIDR-G dilepas. Penggunaan CIDR-G untuk ternak kambing dan domba bervariasi antara 10 - 17 hari, penggunaan CIDR-G dengan kombinasi PGF 2α pada ternak kambing selama 13 hari menunjukkan tingkat keserantakan estrus 80 - 100 % (Feradis 2010).

Penggunaan CIDR-G menunjukkan onset estrus $27,2\pm 0,4$ jam sejak pencabutan CIDR-G dengan lama estrus $32,2\pm 0,7$ jam Motlomelo *et al.*, (2002). Hasil penelitian Popalayah *et al.*, (2013) bahwa sejak pencabutan CIDR-G menunjukkan onset estrus pada kambing Bligon $40,2\pm 19,3$ jam dan kambing Kacang $52,6\pm 18,4$ jam dengan lama

estrus masing-masing $34,6 \pm 15,4$ jam dan $24,0 \pm 8,6$ jam. Penggunaan CIDR-G pada kambing hampir sama dengan domba dimana tingkat kebuntingan dan beranak dari domba yang ditreatment dengan CIDR-G menunjukkan tingkat kebuntingan tertinggi pada perlakuan dengan penanaman CIDR-G selama 12 hari yaitu 91,2% (Fukui 1994). Hasil penelitian Sadat (2003) melaporkan persentase tingkat kebuntingan sebesar 66,6% pada kambing yang dikawinkan setelah penanaman CIDR-G selama 17 hari.

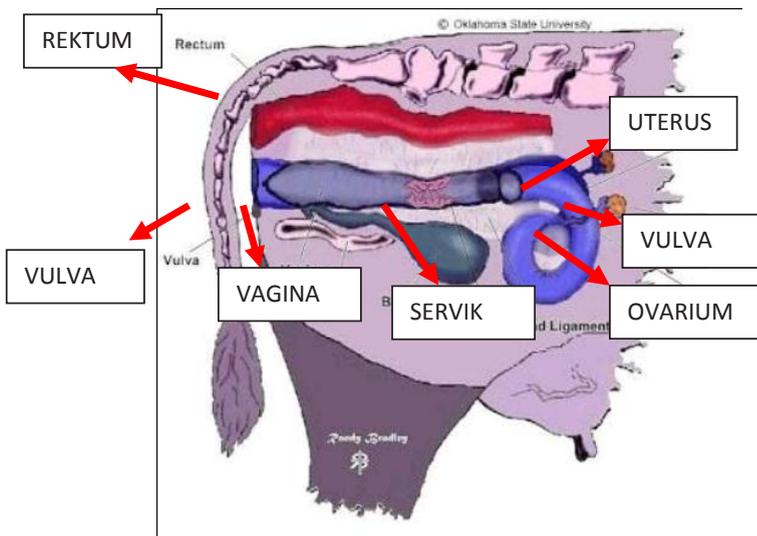
3.4. Pengaruh Superovulasi terhadap Organ Reproduksi Ternak Betina

Ovari merupakan organ penghasil sel telur dan hormon pada individu betina atau wanita. Ovari hewan langka yang mati, ternak yang dipotong, atau wanita yang mengalami ovariektomi dapat digunakan sebagai sumber sel telur untuk bank gamet dan produksi embrio in vitro (Shaw *et al.* 2000).

Sel telur yang dikoleksi dari ovari dapat dimatangkan, difertilisasi dan dikultur in vitro sehingga dihasilkan embrio (Sztein *et al.* 2000). Selanjutnya, embrio hasil produksi in vitro dapat ditransfer ke induk resipien untuk menghasilkan keturunan. Selain digunakan untuk produksi embrio in vitro, ovari yang mengandung ratusan bahkan ribuan folikel primordial dapat ditumbuhkan in vivo dengan teknik transplantasi (Newton 1998). Dengan teknik ini, selain dihasilkan sel telur juga dihasilkan hormon-hormon reproduksi yang berfungsi memelihara siklus dan fungsi organ reproduksi (Schnorr *et al.* 2002). Organ Reproduksi ternak betina dapat dilihat pada gambar 10.

Jumlah sel telur yang digunakan untuk produksi embrio in vivo dan in vitro dapat ditingkatkan dengan teknik superovulasi. Superovulasi merupakan teknik penyuntikan hormon gonadotropin untuk memperbanyak folikel yang berkembang sehingga ovulasi terjadi lebih banyak dari normal (Hogan *et al.* 1986; Redina *et al.* 1994). Penggunaan teknik superovulasi yang dilakukan sebelum

pengambilan ovari dapat mengoptimalkan perolehan sel telur. Sel telur hasil superovulasi dapat digunakan untuk produksi embrio *in vitro* dan ovari sisanya masih dapat digunakan untuk tujuan pembekuan dan transplantasi. Sampai sejauh ini belum pernah dilaporkan penggunaan ovari yang telah disuperovulasi untuk tujuan pembekuan maupun transplantasi (Mohamad *et al.*, 2003).

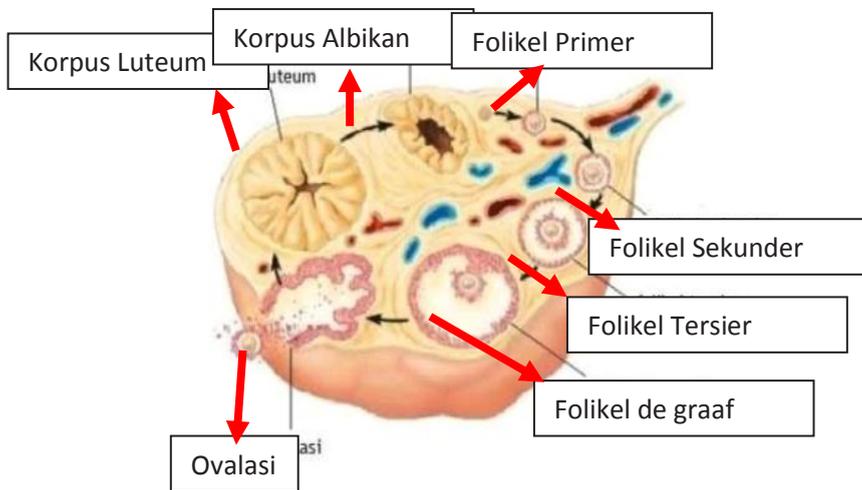


Gambar 11. Sistem reproduksi ternak betina

Superovulasi adalah suatu prosedur pemberian hormon pada ternak betina sehingga menghasilkan beberapa oosit atau sel telur, dimana secara normal hanya dihasilkan satu oosit pada setiap estrus. Pada domba, kambing atau sapi rata-rata diperoleh 12 ovulasi setelah induksi superovulasi. Tujuan utama superovulasi adalah untuk meningkatkan jumlah oosit yang dilepaskan dan jumlah embrio yang potensial. Hormon yang biasa digunakan untuk merangsang pertumbuhan folikel dan ovulasi adalah pregnant mare serum gonadotrophin (PMSG) dan follicle stimulating hormon (FSH).

Target organ superovulasi adalah ovarium dimana terdapat folikel yang didalamnya mengandung oosit. Di rumah pemotongan hewan (RPH) ovarium tergolong kepada limbah dan bersama

dengan organ reproduksi yang lain dijual dengan harga yang sangat murah. Induksi superovulasi pada ternak yang akan dipotong dapat meningkatkan jumlah folikel dan oosit yang dihasilkan, sehingga akan meningkatkan manfaat ovarium dari ternak-ternak yang dipotong di RPH, dan selanjutnya dapat digunakan untuk memproduksi embrio secara in vitro (Solihati *et al.*, 2006).



Gambar 12. Pembentukan sel telur (Ova)

Secara umum superovulasi adalah proses biologi pertumbuhan dan pematangan serta pelepasan sel telur dalam jumlah yang melebihi ovulasi secara alamiah. Perangsangan dengan pemberian hormon gonadotropin eksogen adalah awal tahap pengerjaannya, dimana gonadotropin eksogen tersebut akan menstimulir pertumbuhan dan pematangan folikel pada hewan betina saat ovulasi (Nalbandov, 1992 ; Burhanudin *et al.*, 2014). Dalam setiap siklus berahi (estrus) yang normal akan terjadi pemecahan folikel (ovulasi), dimana kelak pada lokasi tersebut akan timbul Corpus Luteum (CL) yang berpengaruh terhadap berbagai fungsi fisiologi pada seekor ternak. Dalam keadaan normal setiap folikel yang pecah akan digantikan oleh sebuah CL (Frandsen, 1993 ; Burhanudin *et al.*, 2014). Namun dengan adanya penyuntikan gonadotropin maka akan merangsang folikel yang berovulasi dalam

jumlah yang banyak sehingga menimbulkan CL dalam jumlah yang banyak pula, melebihi keadaan yang normal (alamiah) (Seidel, 1981 ; Burhanudin *et al.*, 2014).

Reproduksi adalah suatu kemewahan fungsi yang secara fisiologis tidak vital bagi kehidupan individu atau bangsa ternak (Toelihere, 1981). Setiap ternak mempunyai siklus reproduksi yang berbeda sesuai dengan bangsa ternak. Menurut Partodihardjo (1992), bahwa siklus reproduksi adalah rangkaian semua kejadian biologis kelamin yang berlangsung secara sambung-menyambung hingga terlahir generasi baru.

BAB IV

Teknik Pelaksanaan Superovulasi

Dalam Bab ini kita akan membahas lebih rinci mengenai hal-hal yang penting dalam pelaksanaan superovulasi, dimulai dari bagaimana ciri-ciri ternak yang layak digunakan sebagai donor, hormon apa yang bisa di induksikan pada ternak untuk merangsang pembentukan ova melebihi ova normal.

4.1. Ternak Donor

Merupakan ternak yang akan di induksi dengan hormon gonadotropin eksogen dalam pembentukan sel telur dalam jumlah yang banyak yang merupakan bahan utama untuk di transfer pada ternak resipien. Syarat utama dalam superovulasi diantaranya adalah:

- a. Ternak betina
- b. Sudah dewasa kelamin
- c. Merupakan ternak unggul

Pada proses produksi embrio secara *in vivo*, sapi donor merupakan “mesin produksi” yang sangat penting. Karena itu kondisi donor harus senantiasa prima dengan didukung oleh kesehatan dan nutrisi yang baik (Maidaswar, 2007).

4.1.1. Ternak betina

Apa hanya ternak betina? jawabannya adalah iya. Karena teknologi ini merupakan manipulasi dari ovarium yang merupakan organ reproduksi pada ternak betina. Target organ superovulasi adalah ovarium dimana terdapat folikel yang didalamnya mengandung oosit. Di rumah pematangan hewan (RPH) ovarium tergolong kepada limbah dan bersama dengan organ reproduksi yang lain dijual dengan harga yang sangat murah. Induksi superovulasi pada ternak yang akan dipotong dapat meningkatkan jumlah folikel dan oosit yang dihasilkan, sehingga akan meningkatkan manfaat ovarium dari ternak-ternak yang dipotong di RPH, dan selanjutnya dapat digunakan untuk memproduksi embrio secara *in vitro*.

Sistem reproduksi sapi betina lebih kompleks daripada sapi jantan, dimana terdiri dari beberapa organ yang memiliki peran dan fungsi masing-masing. Ovarium merupakan dua organ kecil yang terletak di ruang abdominal yang fungsi utamanya adalah untuk menghasilkan ovum sekaligus sebagai tempat terjadinya proses oogenesis (proses produksi sel telur). Tugas lain dari ovarium adalah menghasilkan estrogen dan progesteron dimana kedua hormon ini

memiliki peran penting dalam siklus reproduksi betina (Hafez dan Hafez, 2000).

Saluran reproduksi dimulai dari tuba falopii yang merupakan sarana transportasi sel telur dari ovarium menuju oviduk. Di dalam saluran inilah ovum bertemu dengan sperma sehingga terjadilah fertilisasi (pembuahan). Tuba falopii berhubungan langsung dengan uterus, yang berfungsi sebagai tempat berkembangnya embrio. Uterus dan vagina dipisahkan oleh sekumpulan otot tebal berbentuk melingkar silindris (serviks) yang berperan sebagai katup sehingga dapat mencegah masuknya benda asing ke dalam uterus (Toelihere, 1985b). Saat hewan betina mengalami estrus, serviks akan membuka sehingga sperma bisa masuk. Serviks berhubungan dengan vagina yang merupakan organ mirip pipa/ selongsong (sheathlike organ) dan berfungsi sebagai saluran kelahiran agar fetus dapat keluar dari uterus induk. Bagian paling luar dari saluran reproduksi betina adalah vulva yang sekaligus merupakan akhir dari saluran ulinari (Herren, 2000).

4.1.2. Dewasa dewasa kelamin dan dewasa tubuh

Pubertas (dewasa kelamin) adalah umur atau waktu dimana organ-organ reproduksi mulai berfungsi dan perkembangbiakan dapat terjadi. Pubertas pada ternak betina merupakan fase atau keadaan dimana ternak tersebut menunjukkan tanda-tanda estrus pertama kali atas pengaruh hormon estrogen (Feradis 2010). Pubertas pada kambing PE betina berumur kisaran 8 – 10 bulan (Utomo 2011) dan sekitar 10 - 12 bulan (Tomaszewska *et al.*, 1991). Pubertas kambing PE pada umur 8 – 12 bulan dimana bobot badan 18 – 22 kg atau sekitar 53 – 60 % bobot badan dewasa (Sutama 2009).

Dewasa tubuh adalah umur atau waktu dimana kondisi tubuh ternak sudah siap untuk kawin pertama kali. Menurut Atabany *et al.*, (2004) Umur kawin pertama kali kambing PE ketika mencapai 403,32 hari (13,44 bulan), Umur 15 bulan (Suranindyah *et al.*, 2009), Devendra (1990) menyatakan 12 bulan, Saithanoo *et al.*, (1991) pada umur 7 bulan, Pralomkarn (1996) 10 - 12 bulan.

Alternatif lain sebagai sumber sel telur dapat diperoleh dari sapi betina muda (umur 4-6 bulan) tanpa mengganggu kemampuannya untuk memproduksi secara normal kembali setelah dewasa (Situmorang dan Endang, 2004). Tingkatan ovarium adalah primer, sekunder, tersier dan folikel de graaf. Luteinizing Hormon (LH) menyebabkan pengendoran dinding folikel sehingga lapisan-lapisan pecah dan melepaskan ovum dan cairan folikel. Sesudah ovulasi terbentuklah Corpus Luteum di dalam folikel yang telah pecah dan mulai mensekresikan progesteron. Hewan-hewan betina dewasa yang disuntikkan hormon gonadotropin dapat menghasilkan 20 s/d 100 ova pada satu estrus. FSH menggertak pematangan beberapa folikel, sedangkan LH menyebabkan ovulasi hal ini disebut superovulasi (Toelihere, 1985a). Pertumbuhan folikel yang berkepanjangan akan anak dalam satu tahun. Teknologi TE memungkinkan diperolehnya anak sapi unggul dalam jumlah yang lebih banyak (Wilson, 1992) (Marsan, 2012).

4.1.3. Merupakan ternak unggul

Partodihardjo (1980), mengemukakan bahwa dalam pencangkokkan embrio diperlukan induk jenis unggul sebagai donor yang menghasilkan embrio dan induk biasa yang akan menerima embrio untuk dibesarkan dalam alat kelamin betina tersebut. Pengembangan teknik embrio transfer atau teknik pencangkokkan diperlukan induk jenis unggul yang menghasilkan embrio dan induk biasa yang akan menerima embrio untuk dibesarkan dalam uterusnya. Induk jenis unggul yang menghasilkan embrio selanjutnya disebut donor dan induk yang menerima embrio disebut resipien.

Seleksi induk sapi yang akan digunakan sebagai ternak resipien dilakukan dengan memeriksa keadaan alat reproduksi. Sapi dengan kondisi reproduksi yang memenuhi syarat digunakan sebagai ternak resipien. Setelah itu sapi diprogram dan disinkronisasi berahi dengan penyuntikan PGF2 α (Prosolvin, Intervet) dengan dosis dua ml/ekor secara intra muskular (Kaiin *et al.*, 2008). Sapi yang digunakan sebagai ternak donor harus mempunyai kriteria : memiliki genetik

unggul (genetik superiority), memiliki kemampuan reproduksi (reproductive ability) dan memiliki keturunan yang marketable atau memiliki nilai ekonomi yang tinggi (Grimes, 2008).

Seidel dan Elsdén (1985) mendefinisikan donor sebagai hewan sumber embrio dipanen. Nilai (value) dari hewan donor biasanya hanya dilihat dari kemampuan produksi susu dan daging. Hewan donor harus memiliki tubuh yang sehat karena sapi yang sakit umumnya tidak memberikan respon terhadap perlakuan superovulasi. Kondisi tubuh donor yang terlalu gemuk atau terlalu kurus dapat mengurangi fertilitas (Herren, 2000). Menurut Wright (1987) sapi donor harus bebas penyakit dan bebas abnormalitas gerak, mempunyai catatan produksi atau produktifitas yang baik dan siklus estrus yang teratur.

Seidel dan Elsdén (1985) mendefinisikan donor sebagai hewan dimana embrio dipanen. Nilai (value) dari hewan donor biasanya hanya dilihat dari kemampuan produksi susu dan daging. Ternak donor harus memiliki tubuh yang sehat karena sapi yang sakit umumnya tidak memberikan respon terhadap perlakuan superovulasi. Menurut Wright (1987) sapi donor harus bebas penyakit dan bebas abnormalitas gerak, mempunyai catatan produksi yang baik dan siklus estrus yang teratur. Menurut Herren (2000) sapi yang dipilih sebagai donor biasanya merupakan sapi bibit unggul dengan ciri-ciri : produksi susu tinggi, pertumbuhan badan yang bagus dan kemampuan reproduksi yang baik. Jourdon (1989) merekomendasikan bahwa sapi donor minimal telah menyelesaikan satu kali laktasi dan lebih baik lagi dua kali atau lebih

Menurut Wright (1987) sapi donor harus bebas penyakit dan bebas abnormalitas gerak, mempunyai catatan produksi yang baik dan siklus estrus yang teratur. Menurut Herren (2000) sapi yang dipilih sebagai donor biasanya merupakan sapi bibit unggul dengan ciri-ciri : produksi susu tinggi, pertumbuhan badan yang bagus dan kemampuan reproduksi yang baik. Jourdon (1989) merekomendasikan bahwa sapi donor minimal telah menyelesaikan satu kali laktasi dan lebih baik lagi dua kali atau lebih.

Sejak tahun 1990an suplemen gizi termasuk protein, asam lemak, vitamin, dan mineral telah digunakan untuk mencoba dan memperbaiki respons superovulasi dari donor embrio pada sapi. Namun, akumulasi informasi menunjukkan bahwa suplementasi gizi dengan protein, asam lemak, atau mineral tidak meningkatkan jumlah embrio yang layak dari sapi yang diinduksi. Sebagian besar bukti menunjukkan bahwa suplementasi vitamin dapat meningkatkan produksi rata-rata embrio yang dapat dipindahkan, namun hanya pada sapi, sebagai efek yang merugikan pada kelangsungan hidup embrio telah dilaporkan pada heifers muda. Namun demikian, suplementasi vitamin tampaknya efektif hanya bila dibandingkan dengan sapi kontrol yang menunjukkan produksi embrio yang buruk (yaitu kurang dari empat embrio yang layak), mempertanyakan signifikansi ekonomis dari pendekatan tersebut. Efek merugikan pada perkembangan embrio telah dilaporkan pada sapi superovulasi yang dilengkapi dengan protein atau asam lemak juga. Pendekatan baru untuk menyelidiki peran suplemen gizi pada hasil superovulasi pada ternak disarankan dalam peninjauan ini. Secara keseluruhan, bukti yang ada menunjukkan bahwa strategi suplementasi gizi yang diuji bukanlah pendekatan yang efektif untuk meningkatkan hasil superovulasi donor ternak yang diberi makan dengan baik.

a. Ternak yang di superovulasi

Sapi Bali dikenal sebagai salah satu ternak potong asli Indonesia yang mempunyai keunggulan, diantaranya adalah mampu memanfaatkan pakan yang kurang bermutu, daya tahan panas (heat tolerance) yang tinggi dan fertilitasnya yang tinggi (Rosnah, 1991; Burhanudin *et al.*, 2014). Namun dewasa ini terjadi penurunan mutu genetik sapi Bali dikarenakan adanya penjualan ternak secara tidak terkontrol, khususnya ternak jantan yang mempunyai keunggulan dalam produksi (tampilan eksterior) dan juga diduga disebabkan adanya inbreeding (silang dalam; Hardjosubroto, 2000 ; Burhanudin *et al.*, 2014). Berbagai upaya intervensi penerapan teknologi, khususnya teknologi di bidang reproduksi ternak telah dilakukan dengan tujuan memperoleh suatu sistem peternakan yang moderen

dan peningkatan kualitas infra strukturnya. Suatu terobosan penting dalam perkembangan ilmu reproduksi adalah perkembangan teknologi transfer embrio (TE) yang mana teknologi ini dapat dipakai bagi pengendalian bibit ternak dalam rangka mempertahankan kemurnian suatu bangsa sapi, khususnya sapi Bali. Selain itu, TE dapat memperpendek interval generasi yang mana sangat berguna sekali bagi program pemuliaan ternak (Toelihere, 1993 ; Burhanudin *et al.*, 2014).



Gambar 13. Sapi Bali

Sapi donor yang diberi perlakuan superovulasi dilakukan pada sapi Simmental murni (pure breed) sebanyak 20 ekor yang berumur antara 2,5 - 4 tahun, dengan rata-rata berat badan 498 kg, telah beranak satu kali, nilai kondisi tubuh (NKT) berkisar 3,0 - 3,5 (skala penilaian 5), mempunyai kesehatan dan siklus reproduksi yang baik. Pemberian pakan dengan hijauan King grass seberat 40 kg/ekor/hari. Pakan konsentrat berasal dari pakan komersil dengan kandungan protein 16 % - 18 % yang diberikan sebanyak 5 kg/ekor/hari, dipelihara dalam kandang dengan sistem free stall sehingga sapi bebas bergerak untuk makan dan minum (Jodiansyah *et al.*, 2013).



Gambar 14. Sapi Simmental

4.2. Hormon yang Di Induksi

Hormon berasal dari bahasa Yunani "horman" yang berarti yang menggerakkan adalah pembawa pesan kimiawi antar sel atau kelompok sel.

Hormon digunakan dalam superovulasi untuk merangsang pembentukan sel telur matang yang lebih banyak dari ukuran normal. Hormon yang digunakan adalah hormon gonadotropin eksogen yang berasal dari luar tubuh.

Hormon yang dapat digunakan untuk merangsang pembentukan sel telur yang lebih banyak adalah :

- a. FSH
- b. LH
- c. PMSG
- d. hCG
- e. hMG
- f. PGF 2α
- g. Gabungan dari hormon diatas

Hormon yang digunakan ?

Gonadotropin adalah kelompok hormon yang bekerja pada gonad, misalnya FSH dan LH yang berperan dalam menginduksi perkembangan folikel ovarium dan stimulasi ovulasi (Triwulanningsih *et al.*, 2002). Studi dasar tentang perkembangan folikel telah menunjukkan bahwa FSH diperlukan untuk perekrutan folikel dan pertumbuhan sampai folikel dominan (Sartorelli *et al.*, 2005).

Gonadotropin adalah kelompok hormon yang bekerja pada gonad, misalnya FSH dan LH yang berperan dalam menginduksi perkembangan folikel ovarium dan stimulasi ovulasi (Triwulanningsih *et al.*, 2001). Eyestone dan Boer (1993) menjelaskan bahwa FSH berfungsi merangsang pertumbuhan folikel dalam ovarium, proses pematangan Oosit dan perkembangan embrio secara dini, tetapi kurang berperan untuk perkembangan selanjutnya. Untuk meningkatkan pematangan folikel dalam jumlah besar (gelombang), diberikan perlakuan hormon gonadotropin selama fase luteal siklus estrus (Armstrong, 1993).

4.2.1. PGF2 α

Pemberian PGF2 α untuk sinkronisasi birahi intramuskuler memakai konsentrasi hormon yang lebih tinggi (20-30 mg) dibanding Setiadi *et al.*, (2005) menyatakan bahwa aplikasi hormon gonadotropin pada saat muncul gelombang folikel dapat meningkatkan respon superovulasi. Beragam variasi dari respon ovarium terhadap perlakuan superovulasi pada sapi berkaitan erat dengan beragamnya status perkembangan folikel pada saat perlakuan (Bo *et al.*, 1995; Rajamahendran 2002; Sato *et al.*, 2005). (Adriani, *et al.*, 2009).

PGF2 α tidak langsung merangsang organ sasaran yaitu CL. Sesuai dengan pendapat bahwa PGF2 α yang disuntikkan akan memasuki aliran darah menuju ovarium (Menchaca dan Rubianes, 2001). Akibat aksi dari PGF2 α tersebut akan terjadi vasokonstriksi, sehingga aliran darah menuju ovarium mengakibatkan suplai makanan yang dibutuhkan ovarium akan berkurang bahkan terhenti. Sehingga CL yang fungsional meluruh atau regresi. Hancurnya CL tersebut

menyebabkan terhentinya sekresi hormon progesteron, di ikuti dengan naiknya FSH untuk merangsang pertumbuhan folikel dan terjadinya estrus.

Pemberian PGF2a akan menyebabkan regresi korpus luteum diikuti dengan penurunan kadar progesteron plasma. Regresi korpus luteum ini diikuti oleh perkembangan folikel dominan secara cepat dan ovulasi. Pemberian tambahan GnRH sebelum perlakuan akan meningkatkan ukuran korpus luteum dan memaksimumkan kadar progesterone plasma saat penyuntikan PGF2a, sehingga akan menambah laju regresi korpus luteum dan meningkatkan pertumbuhan folikel dominan. Pemberian GnRH dua hari setelah pemberian PGF2a akan menyebabkan perkembangan folikel ovulasi lebih baik. Dinamika folikel ovulasi setelah sinkronisasi estrus dengan prostaglandin F2a menjadi lebih sinergi dengan penambahan GnRH (Putro, 1995 dan Asmarani, 2014).

Prostaglandin (PGF2 α) merupakan hormon yang bekerja secara lokal, karena mekanisme kerjanya terbatas pada organ penghasil dan segera diinaktifkan di tempat yang sama (Senger 2003). Secara invivo PGF2 α adalah hormon yang disekresikan endometrium (Saoeni 2008). Di dalam tubuh hewan terdapat berbagai jenis hormon prostaglandin yang memiliki tempat dan mekanisme kerja berbeda-beda. Hormon reproduksi ini berperan sangat penting terhadap alur siklus estrus, kebuntingan dan kelahiran pada hewan. Prinsip kerja prostaglandin di dalam tubuh berfungsi sebagai hormon pengatur proses ovulasi, luteolisis dan mempengaruhi efek beberapa hormon reproduksi misalnya Luteinizing Hormon (Syarif dan Muchtar 1995). Hormon ini berfungsi secara efektif pada kambing jika sudah memiliki korpus luteum.

Johnson dan Everit (1995 ; Maidaswar, 2007), menyatakan tingginya konsentrasi progesteron yang dihasilkan oleh korpus luteum pada fase luteal secara alami menghambat terjadinya ovulasi folikel dominan, sehingga akhirnya folikel tersebut mengalami atresia. Menurut Senger (1999 ; Maidaswar, 2007) ovulasi tidak dapat terjadi dalam kondisi

dimana kadar progesterone dominan, kondisi hormonal yang sesuai untuk perkembangan akhir folikel akan nyata setelah luteolisis (tanpa CL) dan menurunnya kadar progesteron. Pada superovulasi, ovulasi beberapa folikel de Graaf juga diinduksi oleh penurunan progesteron akibat lisis korpus luteum oleh aplikasi hormon PGF2 α . Lebih lanjut dinyatakan bahwa mekanisme alami stimulasi aktivitas PGF2 α endogen diawali oleh sekresi oxytocin oleh korpus luteum dengan reseptor yang sudah terbentuk pada dinding uterus. Respon selanjutnya uterus mensekresi PGF2 α ke dalam pembuluh darah sampai mencapai reseptornya di sel luteal besar dari korpus luteum. Mekanisme kerja dari PGF2 α ada dua cara yaitu: melalui mekanisme apoptosis dari sel luteal dan mekanisme aktivasi protein kinase (PKC) yang menghambat konversi kolesterol menjadi progesteron. Estrogen merupakan hormon steroid yang terdapat dalam cairan folikel. Kegagalan ovulasi menimbulkan tingginya kadar estrogen dalam darah, keberadaannya pada saat pertumbuhan embrio akan berefek menurunkan kualitas embrio (Saito 1997 ; Maidaswar, 2007).

Hormon prostaglandin memiliki sifat luteolitik yang berfungsi menginduksi kejadian berahi dengan cara melisiskan korpus luteum (Saoeni 2007). PGF2 α bekerja melisiskan CL. Korpus luteum yang baru terbentuk dari peristiwa sel telur yang ovulasi akan sensitiv terhadap hormon PGF2 α (Rubianes *et al.*, 2003). Namun, adanya ambang optimal reseptor PGF2 α didalam CL menyebabkan tingkat kepekaan ternak kambing menurun dan akibatnya pengaruh yang diharapkan gagal diekspresikan. Oleh sebab itu penyuntikan dosis tunggal untuk penyerentakan berahi tidak akan menjamin seluruh hewan bisa berahi sekaligus.

Agar semua hewan bisa estrus dalam priode waktu yang hampir bersamaan dilakukan penyuntikan kedua yaitu 11 atau 12 hari setelah penyuntikan pertama. Dengan injeksi PGF2 α dapat memicu perkembangan folikel walaupun pada fase pertengahan luteal dari siklus (Contreras Solis *et al.*, 2008). Hasil penelitian Yacoub *et al.*, (2011) menyatakan bahwa penggunaan PGF2 α dalam program sinkronisasi estrus dapat menimbulkan estrus pada kambing yang

fase luteal Holtz *et al.*, (2008) mengatakan untuk mempersingkat lama waktu anestrus pada ternak kambing dapat dilakukan dengan menggunakan hormon prostaglandin melalui program sinkronisasi estrus dan superovulasi.

Mekanisme kerja prostaglandin adalah melisiskan atau meregresi CL yang mengakibatkan terjadinya penurunan sekresi progesterone sehingga kembali terjadinya siklus berahi yang dimulai dengan pertumbuhan folikel dalam ovarium. Hal ini dapat terjadi karena prostaglandin menghambat aliran darah menuju CL. Penghambatan aliran darah ini terjadi cukup lama dan menyebabkan regresi bagian CL. Hal lain adalah fetus menghasilkan ACTH-RH, dimana terjadinya lonjakan kadar ACTH dari fetus akan mengakibatkan peningkatan sekresi kortisol melewati plasenta sehingga memicu produksi PGF 2α dalam jumlah yang banyak (Wodzicka-Tomaszewska *et al.*, 1991). PGF 2α diduga menyebabkan kontraksi pembuluh darah uteroovarica sehingga terjadi hipoksia (pengecilan) sel luteum dan menyebabkan luteolisis. Regresi CL akan diikuti dengan penurunan konsentrasi progesteron. Penurunan kadar progesteron ini akan merangsang hipofisa anterior melepaskan FSH dan 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 (Fonseca *et al.*, 2005).

Proses ovulasi akan terjadi \pm 72 jam setelah injeksi PGF pada sapi-sapi yang disuperstimulasi. Pada saat mulai birahi kadar progesterone lebih rendah pada sapi superovulasi yang menghasilkan embrio kualitas bagus dibanding dengan sapi yang menghasilkan ova yang tidak terfertilisasi (Sumande, 1980; Putro, 1995).

Penggunaan prostaglandin (PGF 2α) pada sinkronisasi estrus dengan secara intra muskuler satu kali pada fase luteal atau dua kali berselang sebelas hari tanpa melihat siklus berahi hasilnya bervariasi antara 75 % - 100 % (Macmilan *et al.*, 1991). Hasil penelitian lain yaitu Tambing dan Sariubang (2008) menghasilkan estrus 84,1%. Sedangkan

Siregar *et al.*, (2010) menghasilkan estrus 100 %. Siregar (2001) melaporkan, injeksi tunggal prostaglandin akan menghasilkan 80 % kambing estrus sedang injeksi kedua yang dilakukan 10 hari kemudian akan menghasilkan 100 % estrus dan dapat menghasilkan 93 % estrus pada kambing yang disinkronisasi (Rubianes and Menchaca 2003). Penelitian lain juga menyatakan kambing mengalami estrus 100 % setelah diinjeksi PGF 2α pada kambing yang telah ditanam CIDR-G (Hamdan *et al.*, 2012). Penggunaan PGF 2α dikombinasikan dengan FGA dan eCG yang ditanam secara intravaginal pada kambing selama 5 hari dapat menstimulasi estrus (Wildeus 2000).

4.2.2. Progesteron

Progesteron adalah nama umum untuk grup steroid yang terdiri dari 21 atom karbon (Murtidjo *et al.*, 2011). Progesteron salah satu hormon penting yang berhubungan dengan reproduksi yang disekresikan oleh sel-sel luteal korpus luteum (Atabany 2000). Hormon ini juga disekresikan oleh plasenta dan glandula adrenal. Konsentrasi progesteron serum darah dapat menentukan keadaan hewan tersebut dalam keadaan infertil, normal, berahi, dan bunting sehingga dapat digunakan untuk deteksi berahi, pemeriksaan kebuntingan dan mengetahui kondisi patologis lainnya (Hartanto 1995). Progesteron ditransportasikan kedalam darah melalui ikatan pada globulin seperti androgen dan estrogen. Progesteron berfungsi menjaga kebuntingan dengan cara mempersiapkan uterus untuk implantasi embrio melalui peningkatan glandula sekretori didalam endometrium dan menghambat kontraksi miometrium (Senger 2003). Selain menjaga kebuntingan, hormon progesteron berperan penting untuk menstimulasi terjadinya estrus pada kambing.

Kadar hormon progesterone yang tinggi pada saat birahi dapat mengganggu pembebasan LH, transfort dan kapasitas spermatozoa. Setelah ovulasi, peningkatan kadar progesterone plasma terjadi lebih awal, kurvanya jadi lebih menajam naik seiring dengan peningkatan jumlah corpora lutea pada sapi yang disuperovulasi (Mapketoft dan Pierson, 1993 ; Putro, 1995).

Mekanisme kerja progesteron dalam menstimulasi estrus dimulai dari penurunan konsentrasi progesteron secara didalam darah. Penurunan kadar hormon progesteron memicu hipotalamus untuk mensekresikan GnRH dan hipofisa segera mensekresikan FSH ke dalam darah selanjutnya mempengaruhi pertumbuhan folikel. Folikel yang tumbuh dan matang akan menghasilkan estrogen dari sel theca folikel. Peningkatan kadar estrogen akan menyebabkan umpan balik positif (positif feedback) terhadap LH pada hipotalamus sehingga terjadi estrus dan ovulasi (Menchaca *et al.*, 2007).

Peningkatan kadar hormon progesteron 2 - 3 minggu pertama setelah kawin. Kenaikan kadar hormon progesteron ini disebabkan karena pada awal kebuntingan CL aktif menghasilkan progesteron dan terus meningkat selama fase luteal (Llewelyn *et al.*, 1997), sedangkan penurunan yang terjadi setelah fase tersebut disebabkan oleh mulai menyusutnya fungsi CL pada hari ke 12-14, sehingga bila ovum tidak dibuahi (tidak bunting) produksi progesteron akhirnya menurun. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Jarrel dan Dziuk (1991) bahwa kenaikan kadar hormon progesteron terjadi sejak awal kebuntingan sampai pada hari ke-13 kebuntingan, tetapi sesudah itu terjadi penurunan.

Dalam keadaan bunting, setelah mengalami penurunan sampai minggu ke-6 terjadi peningkatan kadar hormon progesteron lagi. Kejadian ini berkaitan dengan perkembangan plasenta yang sudah sempurna, sehingga kenaikan progesteron tersebut diduga akibat terbentuknya laktogen plasenta dengan tujuan untuk mempersiapkan uterus dalam memelihara kebuntingan. Pendapat lain menyatakan bahwa kenaikan kadar hormon progesteron tersebut diduga karena adanya progesteron yang dihasilkan oleh plasenta, walaupun pada kambing jumlahnya sangat kecil Progesteron mempersiapkan uterus dalam hal implantasi embrio dan kebuntingan. Hasil penelitian menyebutkan bahwa kadar progesteron pada fetus kembar lebih tinggi dari yang mempunyai fetus tunggal.

Dalam hal ini diasumsikan bahwa ternak dengan fetus tunggal juga mempunyai CL tunggal. CL pada kambing sangat esensial dalam menghasilkan progesteron yang berfungsi merangsang uterus mempersiapkan implantasi zygot dan untuk memelihara fetus selama kebuntingan (Stabendfelt dan Edqvist 1993). Hasil penelitian, rataan kadar hormon progesteron kambing PE selama 21 minggu kebuntingan masing-masing 6,75 ng/ml dan 8,69 ng/ml pada kambing beranak satu dan beranak dua/kembar (Budiarsana dan Utama 2001). Hasil lain hampir sama dilaporkan oleh Manalu *et al.*, (1996) bahwa kadar hormon progesteron selama 2 bulan terakhir masa kebuntingan pada kambing dengan anak dua lebih tinggi dari yang beranak satu 11.11 vs 5.79 ng/ml. Progesteron beraksi secara sinergik dengan estrogen untuk menginduksi tingkah laku estrus.

4.2.3. hCG

hCG merupakan glikoprotein dengan berat molekul 39.000 dan memiliki struktur dan fungsi yang sama dengan LH. LH adalah hormon yang disintesis dan disekresikan oleh gonadotropin dalam glandula hipofisa anterior sama seperti FSH yang distimulasi oleh GnRH. Hormon LH mempunyai sub unit beta dengan 121 asam amino yang memberikan respon biologis spesifik dan bertanggung jawab untuk interaksi dengan reseptor LH. Bagian gula hormon ini terdiri dari fruktosa, galaktosa, mannososa, galaktosamine, dan asam sialat. Asam sialat penting untuk waktu paruh biologisnya yang hanya sekitar 20 menit. LH berfungsi untuk merangsang pematangan oosit dan ovulasi. Pada saat estrus LH surge akan memicu rupturnya folikel de Graaf hal ini akan memicu aksi kolagenase yang menghancurkan jaringan kolagen sekitar folikel sehingga terjadi ovulasi. LH surge juga menyebabkan oosit primer komplit mengalami miosis I dan memasuki miosis II melalui aksi maturation – promoting factor (MPF). LH menginduksi sisa sel granulosa dan sel theca interna untuk menjadi korpus luteum sehingga memproduksi hormon androgen dan estrogen. hCG memiliki fungsi yang samadengan LH yaitu dapat merangsang pematangan oosit dan ovulasi (Schmitt *et al.*,1996). hCG memiliki waktu paruh yang singkat.

Penggunaan hCG dalam program sinkronisasi estrus bisa meningkatkan tingkat ovulasi, pertumbuhan konsepsi, implantasi, konsepsirate, jumlah kebuntingan dan berat lahir anak (Khan *et al.*, 2003) Sebagai kontrol terbaik untuk ovulasi (Lopez-Gatius 2000) Mempercepat waktu ovulasi (Faillace *et al.*, 1994) Mempercepat ovulasi folikel yang sudah matang saat onset estrus (Hunter and Picton 1995). Pemberian hCG pada kambing dapat meningkatkan jumlah progesteron dalam darah (Gómez-Brunet *et al.*, 2007). Meningkatkan jumlah progesteron dalam darah baik sedang bunting maupun tidak bunting (Yates *et al.*, 2010). Sekresi progesteron dan induksi perkembangan korpus luteum, serta memperpanjang waktu CL (Nishigai *et al.*, 2001).

Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa pemberian hCG sebelum bunting pada domba bisa meningkatkan angka kebuntingan dan jumlah kebuntingan kembar (Akif Cam and Kuran 2004). Pemberian hCG pada kambing dapat meningkatkan persentase kebuntingan dari 28.2% menjadi 53.5% (Vale 2004). Meningkatkan jumlah rata-rata kebuntingan dan jumlah kebuntingan serta bisa meningkatkan kinerja reproduksi lebih efisien dan membantu pertumbuhan fetus (Akif Cam dan Kuran 2004). Pemberian hCG bisa menstimulasi pertumbuhan janin (Khan *et al.*, 2007).

Hasil penelitian lain menyatakan, pemberian hCG pada kambing tidak meningkatkan jumlah kebuntingan namun membantu perkembangan embrio (Gómez-Brunet *et al.*, 2007). Pemberian hCG akan mencegah terjadinya regresi luteal yang merupakan faktor utama terjadinya kematian embrio dini (Hamdan dan Siregar 2004). Pemberian hCG juga memberikan manfaat bagi domba yang mengalami fase anestrus yang lama (Khan *et al.*, 2009).

4.2.4. GnRH

Sesuai pendapat Toelihere, (1985) bahwa hormon GnRH pada dasarnya berfungsi untuk merangsang induksi LH atau FSH yang bekerja sama menstimulir folikel dan selanjutnya pembentukan CL. Jumlah CL dalam penelitian ini tidak jauh berbeda jika dibandingkan

dengan penelitian Suardi (2008) yang melaporkan jumlah CL sapi potong yang di superovulasi yaitu 4.38 ± 7.30 .

GnRH tidak secara langsung mempengaruhi ovarium, tetapi hormon yang dihasilkan hipotalamus ini bekerja menstimulus sintesis dan pelepasan gonadotropin (FSH atau LH) dari hipofise anterior. Senger (1999 ; Maidaswar, 2007) menyatakan hormon GnRH mengatur sekresi gonadotropin yang juga disebut LH/FSH releasing hormon (LH/FSH-RH). GnRH telah digunakan secara luas sejak tahun 1970 an untuk mengatasi kejadian sistik folikel. Penggunaan pada donor untuk produksi embrio ditujukan untuk sinkronisasi gelombang folikel dan meningkatkan ovulasi. Preparat sintesis GnRH merupakan decapeptida, dengan rantai 10 asam amino. Pemberian GnRH selama siklus estrus menyebabkan regresi dan ovulasi folikel dominan dan inisiasi segera gelombang folikel baru pada 2.5 hari kemudian (Pursley *et al.*, 1995; Maidaswar, 2007).

Pemberian GnRH diketahui akan menyebabkan ovulasi folikel dominan atau regresi folikel sampai atresia tergantung pada status folikel pada saat pemberian GnRH (Twaqiramungu *et al.*, 1995 ; Maidaswar, 2007). Penyuntikan GnRH akan dapat menginduksi pelepasan LH dan FSH dari hipofise anterior, yang efeknya tergantung kepada dosis GnRH yang digunakan. Penggunaan dosis GnRH yang tinggi dapat berpengaruh sebaliknya pada penurunan simpanan LH dan sensitivitasnya akibat menurunnya jumlah reseptor pada sel-sel pituitary, yang akhirnya menekan sekresi gonadotropin dari kelenjar hipofise (Ulker *et al.*, 2001 ; Maidaswar, 2007).

Twaqiramungu *et al.*, (2002 ; Maidaswar, 2007) menyarankan penggunaan GnRH setelah pemberian PGF2 α untuk memastikan ovulasi folikel dominan. Lebih lanjut dinyatakan pemberian GnRH pada 48 jam setelah pemberian PGF2 α meningkatkan ovulasi dan diketahui waktu yang tepat untuk inseminasi buatan (24 jam kemudian). Pemberian GnRH sebelum superovulasi, menginduksi pelepasan LH dan ovulasi atau luteinisasi folikel dominan yang ada, selanjutnya akan terjadi gelombang folikel yang baru dalam 2 hari.

Pemberian PGF2 α untuk menginduksi regresi CL yang asli dan CL yang terbentuk hasil induksi GnRH. Penyuntikkan GnRH yang kedua berguna untuk meningkatkan induksi sinkronisasi ovulasi. Pentingnya pemberian GnRH kedua telah ditunjukkan dengan tingkat ovulasi yang lebih tinggi pada sapi yaitu 99 % dibandingkan dengan satu kali pemberian GnRH yang hanya 77 % (Bergfelt *et al.*, 1997).

Twaqiramungu *et al.*, (1995 ; Maldaswar, 2007) menyatakan bahwa aplikasi GnRH eksogenous pada proses produksi embrio ada dua bentuk: pertama: aplikasi sebelum superovulasi dengan tujuan untuk sinkronisasi gelombang folikel, melalui eliminasi folikel dominan. Awal gelombang folikel terjadi 3-4 hari setelah penyuntikan GnRH, yang sangat penting artinya dalam sinkronisasi antar individu. Penggunaan GnRH untuk sinkronisasi gelombang folikel dilakukan Martinez *et al.*, (2000 ; Maldaswar, 2007) pada sapi perah, Moghaddam *et al.*, (2002 ; Maldaswar, 2007) pada sapi perah dan potong, Fernandez *et al.*, (2002 ; Maldaswar, 2007) pada sapi perah induk dan dara.

Aplikasi kedua GnRH bertujuan untuk sinkronisasi ovulasi, diberikan 48 jam setelah pemberian PGF 2 α atau 12 jam sebelum IB (Sato *et al.*, 2005 ; Maldaswar, 2007) atau saat pelaksanaan IB (Ptaszynka 2002), yang akan meningkatkan pelepasan LH sebagai induktor ovulasi. Aplikasi GnRH untuk tujuan sinkronisasi ovulasi telah banyak dilakukan antara lain oleh Barros *et al.*, (2000 ; Maldaswar, 2007) pada sapi potong, Carvalho *et al.*, (2002 ; Maldaswar, 2007) pada kerbau, Dominiguez *et al.*, (2000 ; Maldaswar, 2007) pada sapi potong, Irikura *et al.*, (2002 ; Maldaswar, 2007) pada kerbau. Penggunaan GnRH untuk sinkronisasi gelombang folikel (diawali ovulasi folikel dominan) dan sinkronisasi ovulasi sangat penting artinya dalam meningkatkan efisiensi reproduksi ternak (Rajamahendran 2002 ; Maldaswar, 2007). Lebih lanjut dijelaskan bahwa superovulasi pada saat ada folikel dominan memberikan respon yang sangat bervariasi, bahkan tidak menimbulkan respon.

Berbagai macam GnRH sintetik sering digunakan dalam penelitian. Martinez *et al.*, (2003) membuktikan bahwa penggunaan gonadorelin diacetate tetrahydrate, gonadorelin hydrochloride dapat meningkatkan pelepasan LH untuk menginduksi ovulasi folikel dominan dan segera terjadi gelombang folikel baru. Peter (2005) menyatakan bahwa GnRH dapat digunakan untuk mencegah kematian embrio, pengaturan program sinkronisasi perkembangan folikel, induksi ovulasi pada anestrus setelah partus, dan penanggulangan sistik ovari. Lebih lanjut dinyatakan GnRH efektif dalam meningkatkan angka kebuntingan, jika diberikan pada saat inseminasi atau antara hari ke 11 dan 14 setelah inseminasi.

4.2.5. FSH

Folikel Stimulating Hormon (FSH) disebut gonadotropin karena merangsang gonad pada betina yaitu ovarium. FSH tidak diperlukan untuk hidup akan tetapi sangat penting untuk reproduksi. Hormon ini disekresikan dari sel-sel di hipofisis anterior (gonadotrof). FSH merangsang pertumbuhan, perkembangan dan menyebabkan folikel pecah selama ovulasi dan menyebabkan perkembangan selanjutnya pada korpus luteum (Whittier, 2015). FSH memiliki kelebihan yaitu respon ovarium yang lebih baik dalam menghasilkan ovulasi, jumlah folikel anovulasi lebih sedikit, lebih banyak embrio yang diperoleh.

Hormon yang umum digunakan untuk menginduksi superovulasi pada sapi adalah Follicle Stimulating Hormon (FSH) yang berasal dari hipofisa. FSH merupakan hormon glikoprotein yang mempunyai waktu paruh yang pendek, sehingga memerlukan pemberian secara berulang untuk merangsang aktivitas folikel secara lebih efisien. Berbagai penelitian pengaruh pemberian hormon terhadap respon superovulasi pada induk donor telah dilakukan yaitu dengan menggunakan PMSG, FSH Ovagen, FSH-P TM (FSH from pituitary) baik pada sapi potong maupun sapi perah (Tappa *et al.*, 1994a; 1997).

Toelihere (1985 ; Maidaswar, 2007) menyatakan bahwa hormon utama yang digunakan pada superovulasi adalah hormon gonadotropin, yaitu FSH dan LH. FSH merupakan hormon gonadotropin dengan

unsur glikopeptida yang memiliki reseptor pada sel granulosa folikel, berfungsi menstimulasi pertumbuhan folikel, sehingga sangat diperlukan dalam proses superovulasi. FSH mempunyai berat molekul 32.700 sampai 33.700 kDa pada ternak kambing dan kuda (Kaltenbach & Dunn 1980 dalam Yusuf 1990 ; Maidaswar, 2007) dan 29.000 kDa pada babi. Secara kimiawi FSH mempunyai dua sub unit, rantai α dan rantai β , yang tidak identik dan tidak terdapat ikatan kovalen diantara keduanya. Rantai β terdiri dari 96 asam amino dan dua rantai karbohidrat, sedangkan rantai α terdiri dari 119 asam amino dan satu rantai karbohidrat (Kaltenbach & Dunn 1980 dalam Yusuf 1990 ; Maidaswar, 2007).

Perbandingan pada 16 jam setelah pemindahan spons folikel besar kontrol, induk betina pFSH (15 mg) atau PMSG (1000 IU) menunjukkan bahwa kontrol betina yang diobati dan PMSG memiliki pelengkap sel granulosa serupa, sedangkan folikel yang diinduksi pFSH kekurangan granulosa Sel. Ketika produksi steroid folikel ini diperiksa, dengan menggunakan in vitro inkubasi folikel utuh, folikel PMSG yang diobati menunjukkan produksi progesteron yang lebih tinggi sementara folikel yang diinduksi pFSH menunjukkan produksi estradiol menurun dibandingkan dengan folikel kontrol. Selanjutnya, semua folikel mempertahankan sensitivitasnya terhadap LH yang dibuktikan dengan peningkatan produksi testosteron setelah penambahan LH ke media inkubasi.

Salah satu preparat gonadotropin yang dapat digunakan dalam superovulasi yaitu Pluset[®] (Laboratorios Callier, S.A., Spain) yang merupakan ekstraksi hipofise, dimana setiap dosis mengandung 1000 IU FSH dan 1000 IU LH (Anonim 2002 ; Maidaswar, 2007). Hormon gonadotropin ini disusun oleh sub unit α dan sub unit β (BM 27.000 – 34.000 kDa). Lebih lanjut dinyatakan bahwa aplikasi FSH- LH tersebut pada ternak sapi, menunjukkan waktu paruh dari FSH adalah 150 menit dan LH selama 40 menit. LH berfungsi sebagai induksi proses ovulasi, pematangan akhir folikel dan proses luteinisasi. Pemberian LH harus dalam kadar yang optimal, karena kelebihan LH dapat

menurunkan angka fertilitas disebabkan proses pematangan oosit yang prematur (Donaldson & Ward 1996 ; Maidaswar, 2007).

Superovulasi menentukan hasil dari program MOET (Multiple Ovulation and embrio transfer) yang elemen utamanya adalah pemberian hormon gonadotropin (Dieleman *et al.*, 1993; Putro, 1995). Terdapat adanya 3 tipe hormon gonadotropin yang dapat digunakan untuk induksi superovulasi pada sapi, yaitu sediaan FSH, dari ekstrak pituitari hewan ternak, PMSG atau eCG dan hMG. PGF_{2α} atau analog sintetiknya dapat digunakan untuk induksi luteolisis pada perlakuan superovulasi, untuk menyamakan waktu yang tepat bagi timbulnya birahi dan ovulasi (Boland dan Roche, 1993).

Superovulasi memerlukan pemberian sediaan gonadotropin yang kaya akan atau meniru efek FSH. Disamping itu FSH harus ada dalam periode yang cukup untuk memacu pertumbuhan dan pematangan akhir oosit. Sediaan FSH, PMSG, dan hMG merupakan agen gonadotropin yang lazim digunakan untuk superovulasi. Hasil dari superovulasi, meliputi jumlah dan kualitas embrio, sangat bervariasi dan sulit untuk diramalkan. Terdapat banyak faktor yang dapat mempengaruhi respon superovulasi pada masing-masing individu donor (Dieleman dan Bavers, 1993; Putro, 1995).

Superovulasi dengan FSH pada awal siklus birahi mampu menyebabkan perkembangan folikel yang memadai, namun angka ovulasi dan perolehan embrio rendah (Calder dan Raja mahendra, 1993; Putro, 1995).

Arum *et al.*, (2013) menyatakan bahwa menurut Isnaini *et al.*, (1999) melaporkan bahwa sumber utama hormon FSH adalah hipofisa (pituitari) anterior. Hipofisa sapi sedikitnya mengandung 10 macam hormon diantaranya adalah FSH, LH, growth hormone (GH), luteotropic hormone (LH), adrenal corticotropic hormone (ACTH), thyroid somatotropic hormone (TSH), dan lipogenic hormone yang dihasilkan oleh lobus hipofisa anterior. Beberapa penelitian terakhir menunjukkan bahwa ekstrak hipofisa mampu menginduksi birahi pada sapi perah (Isnaini dan Suyadi, 2004) dan meningkatkan efisiensi

reproduksi kambing (Sariubang, 1988). Hasil penelitian Hafizuddin *et al.*, (2010) membuktikan bahwa ekstrak hipofisa dan PMSG mempunyai efektivitas yang sama dalam menginduksi superovulasi pada tikus.

Kadar progesterone plasma meningkat dalam waktu 24 jam setelah perlakuan PMSG atau FSH-P pada sapi dengan suatu korpus luteum fungsional; menunjukkan adanya aksi aksi luteotropik dari hormon-hormon gonadotropin tersebut. Umumnya penurunan kadar progesterone plasma terjadi dengan cepat setelah perlakuan dengan sediaan PGF. Kadar progesterone selanjutnya menurun sampai kurang dari 1 ng/ml plasma dalam waktu 10 -32 jam (Mikel-Jenson *et al.*, 1982).

4.2.6.PMSG

Penggunaan PMSG sebagai agen superovulasi telah terbukti dapat meningkatkan sekresi hormon-hormon kebuntingan, pertumbuhan uterus, embrio dan fetus, bobot lahir, dan bobot sapih, pertumbuhan dan perkembangan kelenjar susu dan produksi susu pada domba (Manalu *et al.* 1998; h4analul *et al.*, 1999; Manalu *et al.* 2000a; Manalu *et al.* 2000b), sapi (Sudjatmogo *et al.* 2001), dan kambing (Adriani *et al.*, 2004) dalam Mege *et al.* , 2006.

PMSG merupakan hormon gonadotropin eksogen yang memiliki potensi biologik tinggi dalam merangsang ovaria sapi untuk tanggap dalam menghasilkan bentuk fungsional ovaria berupa folikel d- & corpys luteum (CL). Pemberian PMSG untuk superovulasi pada sapi perah, memberikan hasil yang rendah dan bervariasi dalam perittgkat ovulasi (ovulation rate) dan hasil panennya berupa embrio laik pindah (tramfer)(Schmitz, 1986). Hasil panen embrio yang rendah diakibatkan oleh rangsangan lanju.m PMSG yang memiliki waktu paruh (half life) panjang yakni mencapai 123 jam sehingga walaupun pengaruh superovulasi PMSG telah tercapai pada hari kelima PMSG masih meransaing ovaria (Menzer dan Scharms, 1979) jika superovulasi telah tercapai tidak diperlukan ransangan lanjutan (Dieleman *et al.*, 19932 ; Suprijatna *et al.*, 1998).

Selain FSH dapat pula digunakan hormon lain, yaitu Pregnant Mare Serum Gonadotropine (PMSG) yang mempunyai waktu paruh lebih panjang sehingga hanya perlu dilakukan satu kali injeksi. Waktu paruh yang panjang tersebut akan berdampak pada : (1) hasil superovulasi sangat bervariasi, (2) sering timbul folikel yang menetap dalam ovarium sehingga terjadi ketidakseimbangan hormonal dan (3) kualitas embrio yang kurang memenuhi klasifikasi yang telah ditentukan (Yusuf *et al.*, 1993). Waktu paruh PMSG yang panjang menyebabkan terus terjadi stimulasi pembentukan folikel baru, meskipun ovulasi sudah selesai sehingga dari folikel yang terbentuk akan menghasilkan estrogen dengan kadar cukup tinggi yang pada akhirnya akan mengganggu transpor dan daya tahan hidup embrio (Mustofa, 1999).

Baik FSH maupun PMSG telah banyak digunakan dalam teknik-teknik tertentu (misalnya produksi embrio) untuk menginduksi superovulasi (Hunter, 1995). Respon imunologi terhadap pemberian injeksi berulang hormon gonadotropin dapat membatasi kemampuan respon sapi donor terhadap superovulasi. PMSG dan FSH merupakan hormon protein sehingga sangat potensial menginduksi reaksi anafilaksis. Hal ini menandakan bahwa injeksi berulang dapat merangsang pembentukan anti- gonadotropin yang dapat mengurangi respon selanjutnya terhadap hormone gonadotropin endogen (Seidel dan Elsdon, 1985).

Kelebihan menggunakan serum gonadotrophin (PMSG) untuk merangsang pengembangan folikel preovulasi yang meningkat adalah bahwa ia tersedia dalam jumlah banyak dengan biaya rendah, dan dapat diberikan sebagai dosis tunggal karena masa paruh yang panjang. Masa paruh yang panjang, bagaimanapun, dapat memiliki kekurangan karena dapat menyebabkan rangsangan di atas dan / atau berkepanjangan, menyebabkan gelombang kedua perkembangan folikular setelah ovulasi dan kenaikan sekunder pada estradiol-17 β . Yang terakhir ini bisa mengganggu kualitas embrio.

PMSG antiserum telah diuji secara luas dalam upaya untuk selektif menghilangkan PMSG dari darah perifer PMSG yang merangsang ternak setelah fase awal stimulasi folikuler namun sebelum fase stimulasi pasca ovulasi sekunder. Netralisasi PMSG dengan antiserum PMSG ini mencegah perkembangan sekunder folikel ovarium dan peningkatan estradiol-17 β ; Namun, bukti mengenai efek pada jumlah embrio yang dapat digunakan yang dipulihkan bertentangan. Hasil terbaik, dalam hal ini, telah diperoleh saat antiserum PMSG diberikan 5-6 jam setelah puncak LH preovulasi tetapi peristiwa ini sulit untuk dinilai dalam praktik. Pemberian antiserum PMSG pada waktu yang ditentukan sehubungan dengan penggunaan PMSG atau injeksi sinkronisasi analog prostaglandin, atau sehubungan dengan onset estrus perilaku tidak memuaskan karena variabilitas waktu puncak LH dalam kaitannya dengan Acara ini Namun, mungkin untuk menggunakan puncak preovulatori estradiol-17 β sebagai penanda untuk pemberian antiserum PMSG

4.2.7. Gabungan beberapa hormon

Berbagai penelitian pengaruh pemberian hormon terhadap respon superovulasi pada induk donor telah dilakukan yaitu dengan menggunakan PMSG, FSH Ovagen, FSH-P TM (FSH from pituitary) baik pada sapi potong maupun sapi perah (Tappa *et al.*, 1994a; 1997).

Pemberian PGF_{2a} akan menyebabkan regresi korpus luteum diikuti dengan penurunan kadar progesteron plasma. Regresi korpus luteum ini diikuti oleh perkembangan folikel dominan secara cepat dan ovulasi. Pemberian tambahan GnRH sebelum perlakuan akan meningkatkan ukuran korpus luteum dan memaksimumkan kadar progesterone plasma saat penyuntikan PGF_{2a}, sehingga akan menambah laju regresi korpus luteum dan meningkatkan pertumbuhan folikel dominan. Pemberian GnRH dua hari setelah pemberian PGF_{2a} akan menyebabkan perkembangan folikel ovulasi lebih baik. Dinamika folikel ovulasi setelah sinkronisasi estrus dengan prostaglandin F_{2a} menjadi lebih sinergi dengan penambahan GnRH (Putro dan Asmarani, 2014).

Pemberian hCG pada proses superovulasi dengan FSH dilaporkan dapat menghasilkan lebih banyak embrio layak transfer walaupun tidak berbeda secara nyata dari kontrol (Armstrong, 1993). Pemberian GnRH setelah pemberian PGF 2α untuk memastikan ovulasi folikel dominan. Pemberian GnRh sebelum superovulasi, menginduksi pelepasan LH dan ovulasi atau luteinisasi folikel dominan yang ada, selanjutnya akan terjadi gelombang folikel yang baru dalam 2 hari.

Percobaan dilakukan untuk menentukan apakah penyertaan eCG dan progesteron dalam protokol superstimulasi akan meningkatkan respons ovarium dan produksi embrio pada bison kayu, dan untuk memberikan informasi awal mengenai pengaruh musim. Dalam Percobaan 1 (musim anovulasi), bison (n = 26) disinkronkan dengan ablasi folikular (Hari ke 1) dan diberikan FSH pada Hari 0 dan 2, dan ditugaskan ke 3 kelompok: Progesteron (Hari 0-4), eCG (Hari 3), atau progesteron + eCG. Pada hari ke 5, bison diberikan hCG dan diinseminasi 12 dan 24 jam kemudian. Ova / embrio dikumpulkan 8 hari setelah hCG. Dalam Percobaan 2 (musim ovulasi), bison (n = 24) disinkronkan dan ditugaskan secara acak ke dua kelompok di mana superstimulasi diinduksi dengan FSH, baik dengan atau tanpa eCG, seperti dalam Percobaan 1. Tidak ada perbedaan di antara kelompok yang ditemukan pada respons ovarium. Atau produksi embrio dalam percobaan. Jumlah folikel pada kemunculan gelombang berkorelasi positif dengan jumlah folikel besar pada akhir superstimulasi pada semua kelompok. Sejumlah folikel yang secara signifikan lebih besar hadir pada kemunculan gelombang di musim anovulatory vs ovulatory dikaitkan dengan jumlah CL yang lebih banyak pada saat pengumpulan embrio, namun hanya separuh dari jumlah embrio yang dapat bebas. Kesimpulannya, jumlah embrio yang dapat dipindahtangankan yang dikumpulkan (1-2 / bison) lebih tinggi daripada laporan sebelumnya, namun tidak disebabkan oleh masuknya eCG atau progesteron ke dalam protokol superovulasi. Efek nyata dari musim pada kompetensi oosit, dan bukan respon superovulasi, layak untuk diselidiki lebih lanjut.

Efikasi dosis intramuskular tunggal 450 atau 600 unit internasional (IU) hormon gonadotropin menopause dewasa (hMG) atau 30 mg hormon perangsang folikel (FSH), masing-masing dilarutkan dalam 30% polyvinylpyrrolidone K-30 (PVP), untuk pengobatan superovulasi. Dibandingkan dengan induksi superovulasi dengan pemberian dosis total 600 IU hMG diberikan dalam dosis menurun dua kali sehari selama periode 3 hari. Sebanyak 48 ekor sapi Black India digunakan untuk penyelidikan. Oestrus diamati dalam 60 jam setelah pemberian PGF 2α pada semua sapi dalam kelompok hMG. Pada kelompok hMG yang menerima dosis tunggal 600 IU hMG (n = 12), oestrus diamati kurang dari 36 jam setelah perawatan pada satu ekor sapi. Sebaliknya, oestrus tidak diamati pada 3 dari 12 sapi (25%) pada kelompok FSH. Baik jumlah rata-rata ova / embrio yang dipulihkan maupun jumlah embrio yang dapat dipindahtangkan per koleksi berbeda secara signifikan di antara kelompok hMG. Namun, jumlah rata-rata embrio yang dapat dipindahkan tidak lebih tinggi secara signifikan pada sapi yang diobati dengan dosis tunggal 600 IU hMG daripada sapi yang diberi FSH 30 mg dosis rendah (7.5 ± 4.5 vs 2.1 ± 2.8). Jumlah sapi yang berasal dari tiga embrio kelas yang sangat baik dikumpulkan paling tinggi pada kelompok yang mendapat dosis tunggal 600 IU hMG (9/12, 75%) dan terendah pada kelompok yang menerima FSH 30 mg dosis tunggal. (2/9, 22%). Perbedaan antara kelompok dalam persentase sapi dengan tiga atau lebih embrio yang sangat baik antara perlakuan tidak signifikan secara statistik. Proporsi ova / embrio pulih yang tergolong sangat baik adalah yang tertinggi pada kelompok yang menerima 600 IU hMG dalam dosis menurun dan terendah pada kelompok yang menerima FSH 30 mg dosis tunggal (55,2% vs 30,2%; $P < 0,05$). Tingkat pemulihan kelenjar yang tidak dibuahi paling rendah pada kelompok yang mendapat dosis tunggal 600 IU hMG dan yang tertinggi dalam kelompok tersebut menerima FSH 30 mg tunggal (18,3% vs 48,8%; $P < 0,05$). Meskipun perbedaan hasil pemulihan antara kelompok tidak signifikan secara statistik, tingkat pemulihan pada kelompok hMG lebih tinggi daripada kelompok FSH. Temuan ini menunjukkan bahwa superovulasi dapat diinduksi secara memadai pada sapi Black Jepang dengan menggunakan satu injeksi 450-300 IU hMG yang dilarutkan dalam PVT.

4.3. Waktu Induksi

Beberapa negara telah mencoba mengembangkan suatu metode baru untuk penentuan waktu superovulasi pada pelaksanaan produksi embrio yaitu dengan menggunakan preparat progesteron yang dimasukkan intra vagina atau sering disebut Controlled Internal Drug Release (CIDR) (Bo *et al.*, 2002). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh penggunaan CIDR terhadap terhadap tingkat respon superovulasi dan peningkatan produksi embrio baik kuantitas maupun kualitas secara *in vivo* terhadap tingkat respon superovulasi dan peningkatan produksi embrio baik kuantitas maupun kualitas secara *in vivo* (Jodiansyah, *et al.*, 2013).

Waktu penyuntikan hormon eksogen juga berpengaruh terhadap besar kecilnya rangsangan yang diterima oleh setiap organ dan jaringan- jaringan. Kompetensi sel sasaran tergantung kepada banyak faktor, seperti spesies hewan, jenis kelamin, kebuntingan, nutrisi, pencahayaan, kondisi refraktori, suhu, umur, dan hormon- hormon lain di dalam sistem (Turner dan Bagnara, 1988 ; Solihati *et al.*, 2006).

Perlakuan superovulasi hendaknya disesuaikan waktunya dengan tahapan perkembangan folikel (Walsh *et al.*, 1993) sehingga rekrutmen folikel berjalan efektif dan dihasilkan embrio dengan daya hidup (viabilitas) yang baik (Sawyer *et al.*, 1992). Perlakuan superovulasi dapat dilakukan tepat waktu apabila siklus estrus dapat segera dikenal (Seidel dan Elsdén, 1985). Hal yang terpenting adalah menjaga agar siklus estrus berjalan normal dan teratur sehingga perlakuan superovulasi dapat sinkron dengan pola hormonal hewan secara normal. Jika siklus estrus abnormal, maka perlakuan superovulasi mungkin mengalami kegagalan.

Hal utama yang perlu diperhatikan adalah waktu induksi hormon yang harus sesuai dengan status perkembangan folikel yang merupakan organ yang dituju dalam kegiatan ini. Corpus luteum (CL) merupakan benda yang terbentuk pada tempat ovum diovulasikan dan umumnya dijadikan patokan untuk mendeteksi berapa jumlah ovum yang diovulasikan oleh seekor sapi. Secara alamiah sapi hanya

mengovulasikan satu sel telur setiap periode birahi. Namun jumlah ovulasi ini bisa dipacu dengan pemberian hormon secara eksogen seperti follicle stimulating hormone (FSH) dan pregnant mare serum gonadotrophin (PMSG) baik intramuskuler, intrauterin maupun intraovari (Price *et al.*, 1999; Adriani *et al.*, 2003; Duggavathi *et al.*, 2005; Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2004). CL juga berfungsi sebagai penghasil progesteron yang sangat penting untuk memelihara kebuntingan. Semakin banyak dan semakin besar ukuran CL yang dihasilkan, semakin meningkat angka kebuntingan (Gasser *et al.*, 2006; MacNeil *et al.*, 2006).

Respon sapi donor terhadap perlakuan superovulasi dapat diketahui dari banyaknya Corpus Luteum (CL) yang terbentuk setelah pemberian hormon gonadotropin Folikel Stimulating Hormon (FSH). Banyaknya corpus Luteum (CL) yang berkembang di dalam ovarium sesudah pemberian hormon gonadotropin menunjukkan gambaran tentang keberhasilan superovulasi (Jodiansyah *et al.*, 2013).

Secara umum, periode superovulasi terdiri dari dua periode perkembangan oosit sampai embrio. Pertama periode folikel, berlangsung 5-6 hari, dimulai dari pemberian hormon gonadotropin, pada fase lutea dari siklus birahi, diikuti dengan injeksi PGF2 α yang diberikan 2 hari kemudian. Lonjakan pembebasan LH preovulasi terjadi kira-kira 42 ± 8 jam, memacu pematangan akhir folikel dan oosit, berlangsung 24 – 30 jam sampai terjadi ovulasi. Kedua, periode intraoviduk dan intrauterine, berlangsung 6-7 hari, mulai dari saat fertilisasi, perkembangan embrio awal sampai stadium morula atau blastosis yang siap untuk dikoleksi (Dielman dan Bavers, 1993; Putro, 1995).

4.4. Pengaruh Induksi terhadap Corpus Luteum

Corpus luteum (CL) merupakan benda yang terbentuk pada tempat ovum diovulasikan dan umumnya dijadikan patokan untuk mendeteksi berapa jumlah ovum yang diovulasikan oleh seekor sapi. Secara alamiah sapi hanya mengovulasikan satu sel telur setiap periode

birahi. Namun jumlah ovulasi ini bisa dipacu dengan pemberian hormon secara eksogen seperti follicle stimulating hormone (FSH) dan pregnant mare serum gonadotrophin (PMSG) baik intramuskuler, intrauterin maupun intra ovarii (Price *et al.*, 1999; Adriani *et al.*, 2003; Duggavathi *et al.*, 2005; Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2004). CL juga berfungsi sebagai penghasil progesteron yang sangat penting untuk memelihara kebuntingan. Semakin banyak dan semakin besar ukuran CL yang dihasilkan, semakin meningkat angka kebuntingan (Gasser *et al.*, 2006; MacNeil *et al.*, 2006).

Periode perkembangan folikel setelah perlakuan superovulasi dapat dibedakan menjadi 3 fase: fase I, Stimulasi primer dan pengerahan folikel, mulai dari pemberian gonadotropin dan berlangsung sampai injeksi prostaglandin; fase II, seleksi dan pertumbuhan folikel, mulai dari injeksi prostaglandin sampai lonjakan pembebasan LH preovulasi, berlangsung kira-kira 42 jam; fase III, pematangan akhir folikel dan oosit, mulai dari saat pembebasan LH sampai terjadi ovulasi, 24-30 jam kemudian (Dielman dan Bavers, 1993; Putro, 1995).

Banyaknya CL yang berkembang dalam ovarium sesudah pemberian hormon gonadotropin menunjukkan gambaran tentang keberhasilan superovulasi. Makin banyak corpora lutea yang terbentuk merupakan indikasi makin tinggi keberhasilan superovulasi (Burhanudin *et al.*, 2014).

Pemberian hormon gonadotropin eksogen seperti FSH (Duggavathi *et al.*, 2005) dan PMSG (Adriani *et al.*, 2004; Adriani *et al.*, 2007) merupakan gonadotropin yang telah digunakan secara ekstensif sebagai preparat untuk menghasilkan jumlah ovum yang akan diovasikan lebih banyak dari kemampuan alami (superovulasi), namun dengan hasil yang bervariasi (Guilbault *et al.*, 1992; Bo *et al.*, 1998; Keffer *et al.*, 1993; Price *et al.*, 1999; Pfi ster-Genskow *et al.*, 2005; Lucifero *et al.*, 2006). Pemakaian hormon secara eksogen relatif mahal, sehingga perlu dicarikan metode pemberian yang lebih efektif. Pemberian hormon intramuskuler sudah umum digunakan (Walton *et al.*, 1991; Bertolini *et al.*, 2002; Gasser *et al.*, 2006; Perry *et al.*

al., 2007), tetapi data pemakaian intraovari masih sedikit (Adriani *et al.*, 2009).

Jumlah CL pada sapi yang memperoleh perlakuan superovulasi dengan menggunakan hormon gonadotropin FSH dan PMSG yang merupakan gambaran keberhasilan superovulasi terdapat pada Tabel 2. Satu ekor sapi (5%) tidak memberikan respon terhadap perlakuan superovulasi atau tidak ovulasi (tidak terdapat CL). Sementara sebanyak 19 (95%) ekor lainnya memberikan respon yang baik. Sapi yang tidak memberi respon ini berasal dari perlakuan pemberian hormon PMSG sebanyak 600 IU (T4) (Adriani *et al.*, 2009).

Sebelum perlakuan superovulasi, siklus birahi dari seluruh ternak percobaan terlebih dahulu dievaluasi dan hanya ternak-ternak dengan siklus birahi normal saja yang digunakan pada penelitian. Setelah pengamatan siklus birahi seluruh kerbau disuntik secara intra- muskular dengan 2 ml prostaglandin (Estrumate) sebanyak dua kali penyuntikan dengan jarak penyuntikan selama 11 hari. Kemudian dilakukan pengamatan birahi dan pada waktu kerbau menunjukkan gejala birahi ditentukan sebagai hari 0 dari siklus birahi. Pada tahap pertama masing-masing lima ekor kerbau (2 ekor kerbau sungai, 2 ekor kerbau lumpur dan 1 ekor kerbau persilangan) ditetapkan sebagai grup kontrol (tanpa hCG) dan grup perlakuan (dengan hCG). Setelah 3 bulan kemudian grup yang sebelumnya sebagai kontrol menjadi grup perlakuan dan sebaliknya sehingga jumlah kerbau untuk grup kontrol dan grup perlakuan menjadi masing-masing 10 ekor.

Secara garis besar kerbau dibagi dalam dua tipe yaitu (i) kerbau sungai (Riverine buffalo) yang sebagian besar ditemui di benua India dengan 50 pasang kromosom dan (ii) kerbau lumpur (Swamp buffalo) yang dijumpai pada sebagian besar Benua Asia Selatan dengan 48 pasang chromosom. Kerbau lumpur (*Bubalus bubalis*) merupakan ternak asli di Asia Selatan dan memegang peranan penting pada pertanian sebagai ternak kerja. Di Indonesia sebagian besar kerbau adalah kerbau tipe lumpur dengan berbagai variasi dalam warna,

ukuran dan bentuk tanduk seperti misalnya kerbau Jawa, Sumatera, Kalang, Moa, Toraja, dll. Dalam jumlah terbatas telah juga dilaporkan kerbau tipe sungai di Sumatera Utara (Situmorang *et al.*, 1990; Situmorang, 2005).



Gambar 15. Kerbau Lumpur

Perlakuan superovulasi dilakukan dengan pemberian hormon FSH (Folltropin) sebanyak 12 ml yang disuntikkan intra-muskular sebanyak 2 kali penyuntikan dalam satu hari dengan jarak penyuntikan 12 jam selama 4 hari dengan dosis menurun (2,5; 2,5, 2,0; 2,0; 1,0; 1,0 dan 0,5; 0,5 ml). Prostaglandin disuntikkan 2 hari setelah penyuntikan pertama Folltropin dan kemudian diikuti pemberian 500 IU hCG 2 hari setelah penyuntikan prostaglandin sebagai perlakuan. Pada hari yang sama dengan penyuntikan hCG, Inseminasi Buatan (IB) dilakukan dengan menggunakan semen beku dan kemudian diulang setelah 12 dan 24 jam kemudian (Situmorang, 2005).

Korpus luteum mengalami proses regresi dengan cepat setelah pemberian PGF_{2a} mencapai ukuran minimum saat estrus 3 hari kemudian. Korpus luteum kemudian tidak dapat diikuti lagi setelah itu. Profil progesterone plasma juga mengikuti perkembangan korpus luteum. Setelah penyuntikan PGF_{2a} kadar progesteron menurun

dalam waktu 3 hari, mencapai kurang dari 0,50 ng/ml saat hewan menunjukkan gejala estrus. Kemudian kadar progesteron plasma kembali meningkat setelah estrus. Pemberian GnRH sekali 2 hari setelah penyuntikan PGF2a mampu meningkatkan diameter folikel ovulasi secara nyata. Pemberian GnRH dua kali menyebabkan peningkatan ukuran korpus luteum dan memperjelas regresinya, disamping juga mempercepat penurunan kadar progesterone (Putro, 1995 dan Asmarani, 2014).

Pengembangan peternakan di Indonesia khususnya ternak ruminansia besar masih dihadapkan pada permasalahan kualitas ternak yang masih kurang baik. Upaya yang dilakukan salah satunya dengan penyediaan bibit unggul lokal maupun import. Faktor yang menjadi penghambat dalam proses produksi embrio pada sapi donor saat ini antara lain: fluktuasinya respon donor terhadap perlakuan superovulasi (SOV) dan rendahnya perolehan embrio setiap kali pemanenan (kuantitas). Disamping itu masalah tingkat kerusakan embrio (degeneratif) serta ovum yang tidak terbuahi (unfertilized) pada proses produksi embrio masih menjadi masalah yang perlu dicari pemecahannya (kualitas). Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan pengembangan metode superovulasi yang dikombinasikan dengan penggunaan CIDR (Controlled Internal Drug Releasing).

Penggunaan CIDR dilakukan dengan tujuan untuk sinkronisasi perkembangan gelombang folikel pada sapi yang akan dilakukan superovulasi. Preparat hormon progesteron yang terkandung di dalam CIDR diharapkan dapat memberikan peningkatan kadar progesteron pada saat perlakuan superovulasi dan waktu untuk perlakuan superovulasi dapat ditentukan (pertengahan fase luteal). Kadar progesteron yang tinggi pada pertengahan fase luteal diharapkan dapat membantu dalam peningkatan sensitifitas folikel- folikel primer yang ada terhadap perlakuan superovulasi dengan menggunakan FSH (Follicle Stimulating Hormon). Semakin meningkatnya sensitifitas gelombang folikel terhadap hormon FSH diharapkan akan meningkatkan jumlah folikel yang akan berkembang

dan mengalami pematangan. Semakin banyak folikel yang matang dan mengalami ovulasi maka akan semakin banyak kemungkinan sel telur (oosit) yang dihasilkan sehingga Corpus Luteum (CL) yang terbentuk akan semakin banyak pula.

4.5. Perkembangan Ova

Folikel ovaria pada sapi bervariasi dalam jumlah dan kecepatan pertumbuhannya selama stadia siklus birahi, serta kecepatan perkembangannya meningkat menjelang akhir siklus. Dinamika folikel ovaria selama siklus birahi pada sapi ditandai dengan pertumbuhan dan regresi dari satu atau dua gelombang folikel dominan, diikuti dengan ovulasi folikel berikutnya (Sirois dan Fortune, 1998; Putro, 1995).

Karakteristik ovulasi pada sapi yang diinduksi dipelajari dengan cara pemeriksaan ultrasonografi transrectal yang sering dilakukan pada ovarium sebelum dan selama superovulasi. Susu sapi dan sapi ($n = 25$) breed campuran diindikasikan pada Hari ke 9-12 siklus estrus (estrus yang ditetapkan pada hari 0) dengan rejimen FSH / prostaglandin F 2α (PGF) diikuti dengan inseminasi pada 60 dan 72 jam setelah PGF injeksi. Ultrasonografi transrectal ovarium dilakukan pada interval 4 jam mulai estrus sampai perkiraan penghentian ovulasi. Interval rata-rata dari perawatan PGF terhadap onset ovulasi adalah $68,6 \pm 1,3$ jam (kisaran 60-84 jam) dan periode ovulasi berlangsung selama $8,3 \pm 0,5$ jam (kisaran 4-14 jam). Mayoritas ovulasi terjadi selama 4 jam pertama periode ini, tidak tergantung pada sisi (kiri vs kanan ovarium) atau sebagian (heifers vs sapi). Permulaan ovulasi terjadi kemudian pada hewan dengan tingkat ovulasi lebih rendah. Durasi periode ovulasi sebanding dengan jumlah ovulasi. Sebagai kesimpulan, ultrasonografi dapat digunakan untuk memantau terjadinya ovulasi pada sapi yang diinduksi.

Morfologi (tingkat pertumbuhan, ukuran, jumlah sel granulosa) dan fungsional (steroidogenesis, respon *in vitro* terhadap hormon luteinizing (LH)) dari pertumbuhan folikel dan pematangan

dibandingkan selama siklus yang tidak diobati atau setelah superovulasi yang diinduksi oleh PMSG atau pFSH. Perubahan in vivo pada pola pertumbuhan folikel yang diinduksi oleh PMSG dipantau dengan tanda tinta berulang pada folikel terbesar. PMSG meningkatkan tingkat ovulasi dengan: (1) merekrut folikel kecil; (2) menyebabkan kenaikan tiga kali lipat tingkat pertumbuhan folikel; (3) mengubah distribusi ukuran folikel terbesar pada oestrus tapi tidak dengan membalikkan atresia. Perbandingan fitur morfologi dari folikel kontrol preovulasi dan induk ovulasi ovulasi PMSG menunjukkan ukuran rata-rata lebih kecil, peningkatan penyebaran ukuran ini dan kandungan sel granulosa pada PMSG yang diobati dibandingkan dengan folikel kontrol.

BAB V

Faktor yang Mempengaruhi Keberhasilan Superovulasi

Produk akhir dari superovulasi pada ternak donor adalah embrio yang dihasilkan. Embrio ini haruslah baik secara kualitas dan kuantitas sehingga ternak resipien. Jumlah embrio yang dihasilkan merupakan penentu dalam keberhasilan superovulasi.

5.1. Tingkat keberhasilan

Tingkat keberhasilan superovulasi dalam penelitian ini (respons superovulasi dalam bentuk jumlah CL) ternyata berbeda dengan beberapa pernyataan peneliti lainnya seperti Hunter (1985), Hafez (1987) dan Muawanah (2000). Menurut Hunter (1985) perbedaan umur dan bangsa (breed) ternak mengidentifikasi ukuran ovarium dan tingkat sensitivitas terhadap Gonadotropin eksogen sehingga respons terhadap superovulasi akan lebih bervariasi. Demikian juga dengan variasi individu mempengaruhi respons superovulasi pada ternak sapi (Hafez, 1987). Muawanah (2000) menyatakan bahwa kondisi umur donor akan menentukan respons superovulasi dan produksi embrio, karena adanya penurunan aktivitas reproduksi dari hewan tersebut (Hendri, N., Nufus dan S. Sulastri, 2014).

Banyaknya CL yang berkembang dalam ovarium sesudah pemberian hormone gonadotropin menunjukkan gambaran tentang keberhasilan superovulasi. Makin banyak corpora lutea yang terbentuk merupakan indikasi makin tinggi keberhasilan superovulasi (Burhanudin *et al.*, 2014).

Keberhasilan superovulasi sangat tergantung pada perkembangan oosit selama pertumbuhan folikel (Sirard *et al.*, 2006). Faktor yang dapat mengatur pertumbuhan folikel dan pertumbuhan embrio diantaranya insulin-like growth factor 1 (IGF-1) dilaporkan oleh (Diskin *et al.*, 2003; fortune, 2003; wolf *et al.*, 2003; dan webb *et al.*, 2004).

Dalam keberhasilan sebuah usaha tidak akan terlepas dari fungsi-fungsi manajemen yang dilakukan. Superovulasi juga demikian, dimana P,O,A,C harus dijalankan dengan maksimal. Tahapan pelaksanaan dilapangan termasuk kedalam fungsi manajemen yang ketiga yaitu Actuating, dimana pelaksanaan tahapan superovulasi yang sesuai dengan SOP akan meningkatkan jumlah dan kualitas dari embrio yang dihasilkan.

Respon ovarium lebih rendah apabila superovulasi dilakukan pada saat kehadiran sebuah folikel dominan karena adanya inhibin,

sebaliknya respon lebih tinggi jika dilakukan saat keberadaan sejumlah besar folikel-folikel kecil (Romero *et al.*, 1991; Sato *et al.*, 2005). Respon untuk ovulasi terhadap pemberian gonadotropin pada satu hari sebelum atau pada hari munculnya gelombang folikel, lebih tinggi dari perlakuan pada satu atau dua hari setelah munculnya gelombang folikel (Bo *et al.*, 1995).

Colenbrander (2004) menyatakan bahwa secara umum periode superovulasi pada sapi terdiri dari 2 periode perkembangan oosit sampai embrio. Pertama, periode folikel yang berlangsung 5-6 hari, dimulai sejak pemberian gonadotropin pada fase luteal sampai dengan ovulasi. Kedua, periode intraoviduk dan intra uterin, berlangsung 6-7 hari, mulai saat fertilisasi, perkembangan embrio sampai embrio siap dikoleksi. Sebelum pelaksanaan superovulasi pada ternak donor, salah satu pertimbangan yang utama adalah pengenalan siklus estrus, pemeriksaan ovarium (deteksi awal gelombang folikel, deteksi dan penghilangan folikel dominan, deteksi korpus luteum). Menurut Hafez dan Hafez (2000) pemeriksaan kondisi ovarium secara klinis dapat dilakukan dengan cara palpasi rektal dan menggunakan ultrasonografi.

Berhasil atau tidaknya pelaksanaan superovulasi pada ternak untuk meningkatkan kemampuan dalam memproduksi anak (bibit) unggul dalam satu kali siklus ovulasi tergantung pada kondisi tiga hal yaitu ternak donor, hormon yang digunakan dan tahapan pelaksanaan dilapangan.

4.1.1. Flushing

Panen embrio dilakukan dengan cara metode pembilasan pada uterus, pembilasan uterus dilakukan dengan membuka klem pemasukan dan menutup klem pengeluaran. Media pembilas dibiarkan mengalir sebanyak 20-50 ml. Untuk pembilasan pertama hanya 20-30 ml, dalam keadaan klem pemasukan tertutup dilakukan pemijatan dan manipulasi uterus dimana kornua uteri diluruskan beberapa menit

untuk menghindari adanya embrio yang tersekap dalam apeks uteri yang melengkung, kemudian klem pengeluaran dibuka untuk mengeluarkan media pembilas (Jodiansyah, 2013).

Koleksi embrio, induk donor yang telah mendapatkan perlakuan superovulasi dikawinkan dengan teknik IB. Embrio yang dihasilkan dari proses pembuahan sel telur oleh sperma dikoleksi pada hari ke-7 atau hari ke-8 setelah IB di mana embrio telah berkembang pada tahap blastosis. Sampai tahun 1980-an, teknik koleksi embrio pada sapi dilakukan secara bedah. Karena teknik tersebut menanggung resiko dan biaya yang cukup besar, saat ini telah dikembangkan teknik koleksi embrio secara non bedah yaitu koleksi embrio secara irigasi (pembilasan rahim) yang dilakukan melalui vagina. Dengan teknik tersebut resiko dan biaya pelaksanaan dapat diteka. Perolehan embrio yang layak untk ditransfer rata-rata 6.

Saat ini produksi embrio dapat mencapai 30 embrio/koleksi, tetapi rata-rata hanya sekitar 5 - 7 embrio/koleksi yang layak untuk ditransfer atau dibekukan. Sehingga seekor sapi (donor) secara teoritis dapat menghasilkan 20 - 30 embrio per tahun. Donor yang memberikan respons yang baik pada perlakuan superovulasi pertama juga memberikan respons yang sama pada superovulasi yang berikutnya (Situmorang *et al*, 1993; Situmorang dan Triwulanningsih, 2014).

Jumlah CL pada ovarium dapat diketahui melalui palpasi rektal pada hari ke-6 atau ke 7 setelah sapi donor diinseminasi, dan banyaknya CL yang berkembang pada masing-masing ovarium setelah penyuntikan hormon FSH dapat memberikan gambaran tentang keberhasilan superovulasi dari sapi yang diperlakukan Yusuf (1990). Menurut Toelihere (1981), sapi donor dapat dikatakan respons terhadap superovulasi apabila mempunyai jumlah CL lebih dari satu, karena secara alamiah sapi akan menghasilkan satu ovum dalam satu siklus berahi (Hendri *et al.*, 2014).

Tingkat keberhasilan superovulasi ditentukan oleh ketepatan waktu pemberian hormone gonadotrophin yang dapat merangsang

pertumbuhan folikel (preparat FSH) yang dimulai pada hari ke-9. Pemberian FSH secara eksogenus pada perlakuan superovulasi akan memberikan sensitifitas tinggi apabila dilakukan pada fase luteal yaitu hari ke-9 dari awal siklus birahi dengan panjang siklus birahi 21-23 hari, dimana pada saat itu munculnya gelombang folikel. Parameter yang bisa digunakan untuk melihat kualitas embrioyang dihasilkan adalah (Jodiansyah *et al.*, 2013):

1. Response Rate, yaitu perbandingan jumlah ternak donor yang respon terhadap jumlah donor yang disuperovulasi. Sapi dianggap memberikan respon apabila memiliki jumlah CL lebih dari atau sama dengan 3 ($CL \geq 3$). (Silva *et al.*, 2009).
2. Jumlah Corpus Luteum (CL), merupakan tingkat respon superovulasi yaitujumlah CL yang terdapat pada ovarium kiri dan kanan, berdasarkan perhitungan secara palpasi rektal.
3. Jumlah ovum yang terkoleksi dan embrio yaitu jumlah embrio kualitas A, B, C, DG dan UF yang terkoleksi .
4. Proporsi embrio layak transfer, adalah perbandingan jumlah embrio layak transfer yang mempunyai grade A, B dan C terhadap jumlah seluruh embrio (grade A, B, C, DG dan UF) yang terkoleksi.

Parameter lainnya menurut Solihati *et al.* (2006) dalam pelaksanaan superovulasi pada ternak adalah :

1. Jumlah dan ukuran folikel, yaitu dengan cara menghitung banyaknya folikel yang dihasilkan dari ovarium setiap ekor ternak yang dikelompokkan berdasarkan ukuran. Diameter folikel diukur dengan menggunakan jangka sorong dan dihitung jumlah folikelnya dengan menggunakan counter.

Ukuran folikel dikelompokkan berdasarkan criteria menurut Tan dan Lu, (1990) dan Lonergan *et al.*, (1991), yaitu :

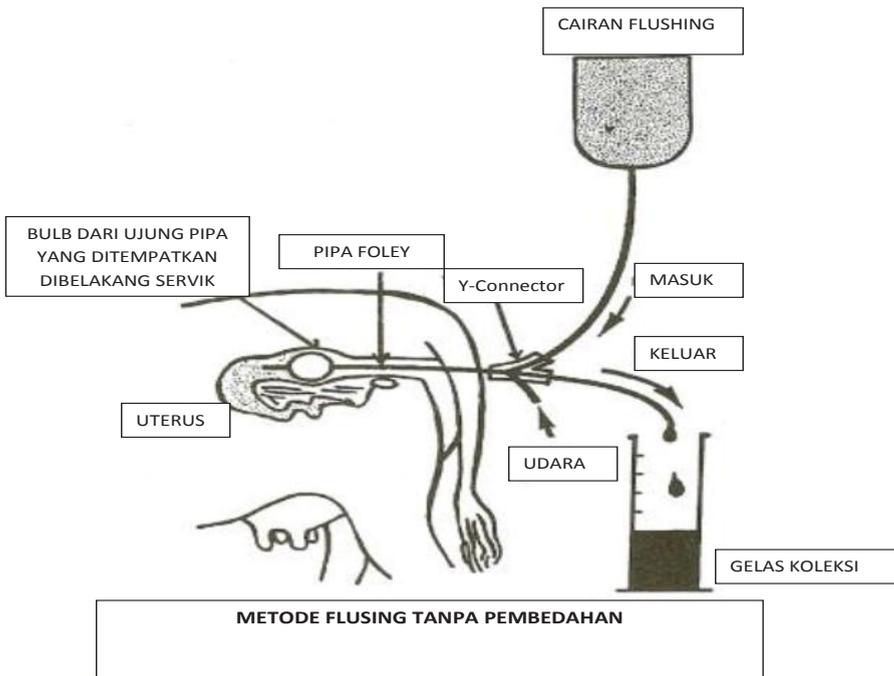
- ♦ Ukuran kecil : 1-2 mm
 - ♦ Ukuran sedang : 2-6 mm
 - ♦ Ukuran besar : > 6 mm
2. Jumlah dan kualitas oosit

Yaitu dengan cara menghitung banyaknya oosit yang diperoleh dari folikel di ovarium setiap ekor ternak yang diamati dibawah mikroskop dan digolongkan menjadi tiga katagori berdasarkan penilaian visual dari kekompakan sel-sel kumulus. Pengelompokan oosit digolongkan menjadi tiga katagori berdasarkan kualitas oosit (A, B, dan C) menurut Madison, dkk (1992) yaitu:

A = sepenuhnya dikelilingi oleh sel-sel kumulus

B = sebagian dikelilingi oleh sel-sel kumulus

C = oosit yang gundul



Gambar 16. Metode Flushing tanpa pembedahan

5.2. Kendala dalam Penerapan teknologi superovulasi

Salah satu masalah utama dalam program transfer embrio adalah tingginya variabilitas respon terhadap superovulasi pada induk donor. Padahal kuantitas dan kualitas embrio donor sangat berpengaruh terhadap keberhasilan transfer embrio. Superovulasi merupakan kunci keberhasilan transfer embrio dan tidak hanya ditentukan oleh tingginya laju ovulasi dan jumlah embrio yang diperoleh, tetapi superovulasi dipengaruhi juga oleh berbagai faktor seperti faktor-faktor yang mempengaruhi respon superovulasi pada induk donor, faktor yang mempengaruhi fertilisasi dan viabilitas embrio serta faktor yang berhubungan dengan manajemen induk donor (Kaiin dan Tappa, 2006).

Keberadaan folikel persisten³¹ (unovulatory follicle) yang terbentuk dari superovulasi, merupakan sumberdaya biologis berupa oosit yang masih dapat dieksploitasi untuk dijadikan embrio. Selain itu estrogen yang disekresikan oleh folikel persisten dapat mempengaruhi keseimbangan hormonal, juga residu PMSG yang masih tersirkulasi dan menimbulkan negative rebound effect, & dapat menurunkan kualitas embrio hasil panen (Suprijatna., *et al* 1996).

Respon sapi donor terhadap perlakuan superovulasi dapat diketahui dari banyaknya Corpus Luteum (CL) yang terbentuk setelah pemberian hormon gonadotropin Folikel Stimulating Hormon (FSH). Banyaknya corpus Luteum (CL) yang berkembang di dalam ovarium sesudah pemberian hormon gonadotropin menunjukkan gambaran tentang keberhasilan superovulasi (Joliansyah *et al.*, 2013).

Pemakaian CIDR yang mengandung hormon progesteron efektif dilakukan untuk proses sinkronisasi siklus estrus pada sapi perah. Selain itu, kombinasi penggunaan CIDR dengan penyuntikan hormon prostaglandin secara nyata dapat meningkatkan jumlah sapi yang standing pada saat estrus. Pemberian hCG pada proses superovulasi

31 Folikel-folikel yang gagal berovulasi

dengan FSH dilaporkan dapat menghasilkan lebih banyak embrio layak transfer walaupun tidak berbeda secara nyata dari kontrol.

Siklus estrus pada ternak pendek (7-11 hari) dapat terjadi. Siklus estrus dapat dipersingkat dengan penyuntikan hormon prostaglandin, yang menyebabkan CL mundur. Penyuntikan PGF2 α menyebabkan terjadinya regresi CL (fase diestrus) sehingga hormon akan masuk fase proestrus. Menurut Frandson (1996). pada fase proestrus terjadi perkembangan folikel dan perkembangan folikel tersebut dibawahstimulasi hormon FSH.

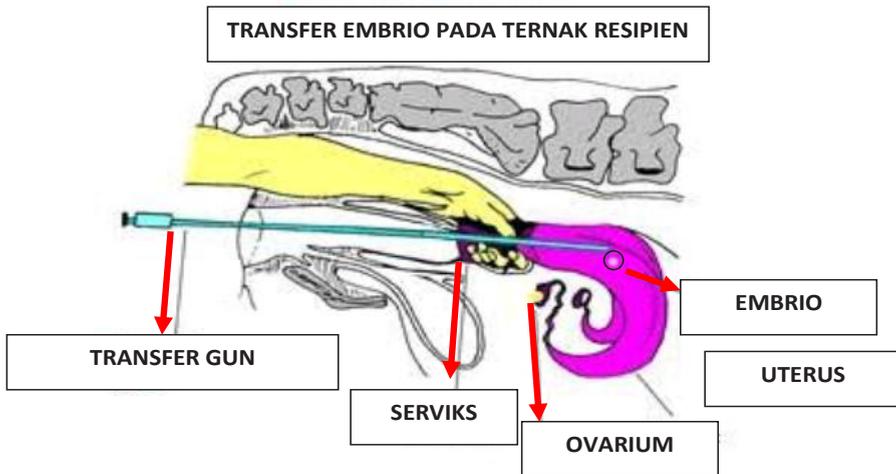
Embrio dari *Bos indicus* lebih tahan terhadap suhu kultur tinggi (yaitu sengatan panas) daripada embrio dari beberapa keturunan *Bos taurus*. Eksperimen ini dirancang untuk menentukan apakah embrio Brahman memiliki ketahanan lebih besar terhadap sengatan panas daripada embrio Holstein pada tahap perkembangan sebelum genom embrio sepenuhnya diaktifkan. Tujuan kedua adalah menguji efek breed pada sinkronisasi estrus dan respons superovulasi. Sebanyak 29 sapi Brahman dan 24 sapi Holstein mengalami sinkronisasi estrus dengan menggunakan (PGF2 α) superovulasi gonadotropin releasing hormone (GnRH) dan prostaglandin F2 α (PGF2 α). Embrio dikumpulkan pada 48 jam dan hari ke 5 setelah inseminasi. Ada kecenderungan proporsi Brahman yang lebih rendah untuk dideteksi pada estrus berdiri daripada Holsteins. Tidak ada perbedaan antara breed dalam proporsi sapi yang terdeteksi pada estrus menggunakan kriteria tailpaint dan standing estrus sebagai kriteria atau interval dari PGF2 α terhadap estrus. Tingkat sinkron dalam estrus lebih besar untuk Brahman. Respon superovulasi pada umumnya sama antara breed. Pada usia 48 jam setelah inseminasi, ada kecenderungan proporsi oosit Brahman yang lebih besar mengalami pembelahan. Oosit yang tidak kuah dibiakkan untuk tambahan 24 jam - saat ini, tingkat pembelahan serupa di antara breed. Ketika embrio mencapai tahap 2-4-sel, mereka tergesa-gesa panas selama 4,5 jam pada suhu 41 ° C. Sengatan panas ini mengurangi proporsi embrio yang berkembang ke tahap blastokista namun tidak ada interaksi perlakuan breed. Pada hari ke 5 setelah inseminasi, jumlah embrio

yang ditemukan terlalu rendah untuk memungkinkan perbandingan efek breed. Kesimpulannya, efek genetik pada termotolerance seluler yang membuat embrio Brahman lebih tahan terhadap sengatan panas tidak diungkapkan pada tahap 2-4-sel. Ada sedikit perbedaan antara Brahman dan Holstein dalam menanggapi sinkronisasi estrus dan superovulasi. Fakta bahwa pembelahan cenderung terjadi lebih awal pada Brahman daripada embrio Holstein yang menunjukkan perbedaan pada waktu ovulasi, pembuahan atau kejadian yang menyebabkan pembelahan.

Superovulasi diinduksi pada 28 sapi siklus dengan pengobatan dengan FSH dan konsentrasi progesteron susu dipelajari dari inisiasi pengobatan ke oestrus. Korelasi negatif ($r = -0,66$; $P < 0,001$) diamati antara peningkatan konsentrasi progesteron yang diamati 2 hari setelah permulaan pengobatan dan persentase embrio yang dapat dipindahkan dikumpulkan. Selama periode sampling ini sekresi progesteron tidak terkait dengan tingkat ovulasi dan jumlah embrio.

5.3. Pasca Superovulasi

Superovulasi yang merupakan tahapan awal pada transfer embrio, setelah dilakukan koleksi embrio maka hal selanjutnya yang dilakukan adalah transfer embrio pada ternak resipien yang sebelumnya telah dilakukan sinkronisasi ovulasi. Embrio yang merupakan hasil superovulasi dari oosit dari induk donor unggul dan sperma dari induk jantan unggul, diharapkan dapat membantu dalam proses peningkatan mutu dan kualitas genetik ternak di Indonesia. Ilustrasi transfer embrio pada ternak resipien dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Transfer embrio pada ternak resipien

Faktor yang dapat mempengaruhi tinggi dan rendahnya embrio yang layak transfer adalah faktor fisiologis pada saat pemanenan embrio dilakukan. Pada saat pemanenan sapi donor berada pada fase luteal dengan keberadaan banyak CL yang terbentuk tanpa keberadaan folikel yang belum terovulasi (folikel dominan) pada permukaan ovarium. Keberadaan CL ini akan menghasilkan progesteron dalam konsentrasi tinggi untuk mendukung kehidupan embrio. Kadar progesteron yang dominan dengan eksistensi CL fungsional akan menjamin kehidupan embrio dan mengurangi kematian embrio dini (Rocha, 2005; Jodiansyah *et al.*, 2013). Hal ini terjadi pada perlakuan superovulasi berdasarkan pengamatan birahi alami (P1) dimana persentase embrio layak transfernya lebih tinggi (38,03%), dibanding perlakuan superovulasi berdasarkan CIDR (P2) yang mempunyai persentase embrio layak transfer sedikit lebih rendah (34,33 %). Hal ini disebabkan karena fungsi CL yang rendah pada perlakuan superovulasi menggunakan CIDR (P2) dalam mensintesa dan sekresi progesteron. Kadar progesterone yang rendah dapat menjadi penyebab kegagalan dalam perkembangan embrio dan ketidakmampuan uterus dalam mendukung perkembangan embrio dini (Amaridis *et al.*, 2006 ; Jodiansyah *et al.*, 2013).

BAB VI

Ringkasan

Ringkasan mengenai teknologi superovulasi dalam buku ini adalah :

1. Teknologi superovulasi merupakan cara untuk memanfaatkan potensi genetik yang dimiliki oleh ternak betina unggul.
2. Teknologi superovulasi ditentukan oleh ternak donor, hormon yang digunakan serta metode yang digunakan oleh peternak.
3. Tingkat keberhasilan superovulasi pada setiap perlakuan dapat menunjukkan hasil yang berbeda tergantung metode dan ternak yang digunakan.

Semoga teknologi superovulasi ini dapat lebih luas diterapkan dan diimplementasikan dalam dunia peternakan, terutama dalam upaya memaksimalkan potensi genetik induk betina lokal unggul di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, A. Sudono., T. Sutardi., W. Manalu., I.K. Utama. 2007. Pertumbuhan Prenatal Dalam Kandungan Kambing Melalui Superovulasi. *Hayati Journal Of Biosciences* 14 (2) : 44-48, Bogor.
- Adriani., B. Rosadi, Depison. 2009. Penggunaan Follicle Stimulating Hormone Dan Pregnant Mare Serum Gonadotrophin Untuk Superovulasi Pada Sapi Persilangan Brahman. *Media Peternakan* 32 (3)163-170, Jambi.
- Afriani. T., Jaswandi., Defrinaldi., Y.E. Satria. 2014. Pengaruh Waktu Pemberian Gonadotropin Releasing Hormone (Gnrh) Terhadap Jumlah Korpus Luteum Dan Kecepatan Timbulnya Berahi Pada Sapi Pesisir. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 16 (3) : 194-197, Padang.
- Aptiani, S. 2016. Respon Superovulasi Pada Sapi Simental Dengan Metode Sinkronisasi Gelombang Folikel Berbeda[Skripsi]. IPB Press, Bogor.
- Arum. W.P., T.N. Siregar., J. Melia. 2013. Efek Pemberian Ekstrak Hipofisa Sapi Terhadap Respons Superovulasi Sapi Aceh. *Jurnal Medika Veterina* 7 (2) : 71-74, Banda Aceh.

- Boediono, A. 1995. Aplikasi Bioteknologi Reproduksi Pada Hewan Ternak Dalam Rangka Peningkatan Produksi Dan Kualitas. Bogor : 6 (Edisi Khusus).
- Burhanuddin., W. Marlene Nalley., Thomas Mata Hine, Heri Armandianto. 2014. Superovulasi Pada Induk Sapi Bali. Jurnal Nukleus Peternakan (Juni 2014), 1 (1) : 8- 13 ISSN : 2355-9942.
- Fauzia, A.H. 2014. Keberhasilan Superovulasi pada Beberapa Bangsa Sapi dengan Preparat Hormon yang Berbeda [Skripsi]. IPB Press, Bogor.
- Gunawan. Y. 2012. Gambaran Darah Merah Domba Yang Di Superovulasi Sebelum Kawin Dan Disuntik HCG Hari Ke-6 Setelah Kawin Pada Awal Kebuntingan [Skripsi]. IPB Press, Bogor.
- Hardiyanto, D. 2017. Kualitas Embrio Pada Sapi Simmental Dan Limousin Dengan Kadar Protein Pakan Berbeda [Skripsi]. IPB Press, Bogor.
- Hendri., N. Nufus Dan S. Sulastri. 2014. Perbandingan Jumlah Corpus Luteum Pada Ovarium Kiri Dan Kanan Sebagai Respons Superovulasi Pada Sapi Friesian Holstein, Limousine Dan Simmental. Proceeding Semnas Ruminansia 2014 : 35-37.
- Hermadi, H.A., L. Mahaputra., A. Abadi. 2011. Bioaktivitas Human Menopause Gonadotrophin (Hmg) Dan Hmg Tergolikosilasi (Hmgdg) Dari Urin Perempuan Pascamenopause Terhadap Terbentuknya Cleavage Embrio Sapi Secara In Vitro. JBP V 13(1).
- Imron, M. 2016. Respons Superovulasi Dengan Penyuntikan Tunggal Fsh Dalam Ruang Epidural Berbasis Pertumbuhan Gelombang Folikel Pada Sapi Peranakan Ongole [Skripsi]. IPB Press, Bogor.
- Imron, M., I. Suprijatna., Amrozi., M.A. Setiadi. 2016. Respons Superovulasi Sapi Peranakan Ongole Terhadap Penyuntikan Tunggal Follicle Stimulating Hormone Ke Dalam Ruang Epidural. Jurnal Veteriner 17 (1) : 78-87, Bogor.
- Jodiansyah, S., M. Imron., C. Sumantri. 2013. Tingkat Respon Superovulasi Dan Produksi Embrio In Vivo Dengan Sinkronisasi

- CIDR (Controlled Internal Drug Releasing) Pada Sapi Simmental. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan* 1 (3) : 184-190, Bogor.
- Kaiin, E.M. Dan B. Tappa. 2006. Induksi Superovulasi Dengan Kombinasi CIDR, Hormone FSH Dan hCG Pada Induk Sapi Potong. *Media Peternakan* 29 (3) : 141-146, Bogor.
- Lubis, A.M. 2000. Pemberdayaan Bioteknologi Reproduksi Untuk Peningkatan Mutu Genetik Ternak. *WARTAZOA* 10 (1), Bogor.
- Maidaswar. 2007. Efisiensi Superovulasi Pada Sapi Melalui Sinkronisasi Gelombang Folikel Dan Ovulasi [Disertasi]. IPB Press, Bogor.
- Marsan. A. 2012. Kualitas Embrio Hasil Superovulasi Pada Bangsa Sapi Yang Berbeda [Skripsi]. IPB Press, Bogor.
- Mohamad, K., K. Budiarta., I.K.M.Adnyane., I. Djuwita Dan A. Boediono. 2003. Siklus Estrus Dan Bobot Estrus Setelah Autotransplantasi Ovary Secara Subcutan Pada Mencit Yang Diberi Atau Tanpa Superovulasi. *Hayati* 10 (3):100-105.
- Nurkhasanah. Y. 2016. Tingkat Keberhasilan Transfer Embrio Dari Donor Sapi Simmental Dan Limousin Di Bet Cipelang Bogor [Skripsi]. IPB Press, Bogor.
- Prasetyo. D. 2012. Tingkat Superovulasi Pada Beberapa Bangsa Sapi Dengan Sumber Follicle Stimulating Hormone (FSH) Yang Berbeda [Skripsi]. IPB Press, Bogor.
- Puspita. I.S.A. 2014. Evaluasi Kualitas Embrio Hasil Program Produksi Embrio Pada Bangsa Dan Umur Sapi Yang Berbeda [Skripsi]. IPB Press, Bogor.
- Putro.P.P. 1995. Teknik Superovulasi Untuk Transfer Embrio Pada Sapi. *Bul. FKH-UGM XIV* (1), Bandung.
- Putro.P.P., A. Kusumawati. 2014. Dinamika Folikel Ovulasi Setelah Sinkronisasi Estrus Dengan Prostaglandin F₂ α Pada Sapi Pera. *Bandung : JSV* 32 (1) : 22-31, Bandung.

- Ratnawati, D., D.M. Dikman., dan J. Efendy. 2011. Pemanfaatan PMSG Lokan sebagai Alternatif Hormon Superovulasi. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2011.
- 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. Banda Aceh : Jurnal Kedokteran Hewan 6 (2): 67-71, Banda Aceh.
- Situmorang, P. 2005. Pengaruh Pemberian Hormone Human Chorionic Gonadotrophin (HCG) Padaperlakuan Superovulasi Ternak Kerbau. JITV 10(4): 286-292, Bogor.
- Situmorang. P Dan E. Triwulanningsih. 2004. Aplikasi Inovasi Teknologi Transfer Embrio (TE) Untuk Pengembangan Sapi Potong. Lokakarya Sapi Potong Nasional 2004, Bogor.
- Solihati, N., T.D. Lestari., K. Hidajat., R. Setiawan Dan L.J. Nurhayat. 2006. Perlakuan Superovulasi Sebelum Pemotongan Ternak (Treatment Superovulation Before Animal Slaughter). Jurnal Ilmu Ternak 6 (2) : 145-149, Bandung.
- Sudarto. 1985. Manfaat Dan Prospek Masa Depan Dari Transfder Embrio [Skripsi]. Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor Press.
- Sumantri C., M. Imron., Sugyono., E. Andreas., R. Misriant., Dan A.B.L. Ishak. 2011. Keragaman Grup Gen Hormone Pertumbuhan (GH, GHR, GHRH Dan Pit-1) Dan Hubungannya Dengan Respon Superovulasi, Tingkat Ovulasi, Tingkat Fertilisasi Dan Kualitasembrio Sapi Dib Alai Embrio Ternak (BET) Cipelang. JITV 16(2): 126-139, Bogor.
- Sumaryadi. M.Y., Dan W. Manalu. 1996. Hubungan Antara Jumlah Folikel Yang Mengalami Ovulasi Terhadap Keberhasilan Kebuntingan Domba Pada Berahi Pertama Setelah Penyuntikan PGF_{2α}. Media Veteriner 3 (1) : 25-33, Purwokerto.
- Suprijatna, I., T.L. Yusuf., B. Purwanta., G. Moekti Dan L.P. Hernomoadi. 1998. Kajian Pemberian Human Chorionic Gonadotropin (HCG)

- Pada Sapi Perah Yang Telah Di Superovulasi Dengan Pregnant Mare Serum Gonadotropin Monoclonal Antibody (PMSG-Moab) Anti PMSG. *Media Veteriner* 5 (2): 15-20, Bogor.
- Suyadi. 1998. Ultra Sonografi I : Perkembangan Folikel Kambing Boer Yang Di Superovulasi Dengan Pfsh + 40% Plh. *Media Veteriner*. 1998. 5(3): 1-6, Bogor.
- Syawal,M. 2015. Efektivitas Metode Aplikasi Hormon Progesteron, PGF2 α Dan HCG Dalam Peningkatan Efisiensi Reproduksi Kambing PE Anestrus Postpartum [Skripsi]. IPB Press, Bogor.
- Tumiati, M. 2013. Gambaran Darah Merah Domba Bunting Yang Diberikan Superovulasi Dan Penyuntikan Human Chorionic Gonadotropin (hCG) Pada Hari Ke-6 Setelah Perkawinan [Skripsi]. IPB Press, Bogor.
- Yusuf, T.L. Pengaruh Prostaglandin F_{2alpha} Gonadotropin Terhadap Aktivitas Estrus Dan Superovulasi Dalam Rangkaian Kegiatan Transfer Embrio Pada Sapi Fries Holland, Bali Dan Peranakan Ongole [Disertasi]. IPB Press, Bogor.

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Jakarta, pada tanggal 26 April 1962. Penulis merupakan anak ke empat dari tujuh orang bersaudara dari pasangan ayah H.Taufik Effendi dan ibu Hj, Janizar (*almarhumah*).

Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di Sekolah Dasar Agnes Kotamadya Padang pada tahun 1974, pendidikan menengah pertama di SMP Maria Kotamadya Padang pada tahun 1977 dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri I Padang tahun 1981. Pada tahun 1981 penulis diterima di Fakultas Peternakan Universitas Andalas Padang dan memperoleh gelar Sarjana (Ir) pada tahun 1986. Pada tahun 1993 penulis mengikuti pendidikan pascasarjana di Program pascasarjana Universitas Andalas dan memperoleh gelar Master Pertanian (MP) pada tahun 1997.

Sejak tahun 1987 penulis diterima bekerja sebagai dosen pada Fakultas Peternakan Universitas Andalas Padang, dan terhitung semenjak tahun 2007 penulis mengikuti program Doktor pada program Studi Ilmu Ternak-Program Pascasarjana Universitas Andalas dan selesai pada tahun 2014.

Penulis menikah dengan Ir.H. Zedril pada tahun 1990 dan dikarunia 5 orang putra yang bernama Nadia Ayu Putri, Edo Afrinaldi, Ella Afrianti, Muhammad Fadhli dan Nurul Hafitzah Zetinia.

Padang, Oktober 2015

Penulis
Tinda Afriani