

Kajian Profil Hormon Estradiol Berdasarkan Perkembangan Folikel dan Ovarium Sapi Potong *Postpartus*

Study of Estradiol Profiles Based on the Development of Follicles and Ovaries in Postpartus Cattle

Mandala Phivi Whelma Alfons¹, Agung Budiyanto^{2*}, Erif Maha Nugraha Setyawan²

¹Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kabupaten Merauke, Papua

²Departemen Reproduksi dan Kebidanan, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

*Corresponding author; Email: budiyanto@ugm.ac.id

Naskah diterima: 9 April 2021, direvisi: 15 Desember 2021, disetujui: 16 Februari 2022

Abstract

The reproductive organs of postpartum cattle undergo a series of physiological and anatomical processes to return to their nonpregnant state. Recovery of the organs can be demonstrated by the development of follicles, ovaries, and estradiol. This study aimed to detect levels of estradiol in the blood based on the dynamics of follicular and ovarian development, as well as to determine the extent to which it affects the incidence of postpartum estrus in postpartum beef cattle. This research used 16 beef cattle, Ongole (PO) (n=8) and Crossbreed (CB) (n=8), multiparous, normal, healthy, aged 3-10 years, and BCS 2.5-3.5. Measurement of follicles and ovaries was carried out using ultrasonography (USG) and taking blood was through the jugular vein periodically starting at weeks 1, 5, 9, 13, 17. The results showed that the lowest follicle diameter was at week 5 (PO=3.5±0.2 mm and CB=3.2±0.2 mm) and the highest was at week 17 (PO=5.3±0.7 mm and CB=5.1±0.5 mm). The results of the measurement of the average ovarian diameter of PO and CB cattle ranged from 20.0±1.0-24.2±1.6 mm. The estradiol analysis was done using the Enzym-linked immunosorbent assay method. The results of the analysis of estradiol from week 5 to 17 ranged from 30.3±2.9-49.5±8.8 pg/ml. The diameter of follicle, ovaries and estradiol levels were classified into 3 groups. Group one with follicle diameter of 2.0 mm and ovaries of 20.0 mm produced an average estradiol level of 22.8±1.7 pg/ml. Group two classified the size of the follicles as 3.0-5.0 mm in diameter and ovaries 21.0-25.0 mm in diameter, producing average estradiol of 38.9±2.0 pg/ml. Group three classified the size of the follicle diameter from 6.0 to 9.0 mm and the ovary from 26.0 to 30.0 mm to produce average estradiol of 61.1±6.0 pg/ml. The conclusion of this study is that follicular development and estrogen levels are factors that influence the return of postpartum estrus. Immature follicular development results in suboptimal estradiol production so that it has not been able to initiate estrus.

Keywords: cattle; estradiol; follicles; ovaries; *postpartum*

Abstrak

Organ reproduksi sapi *postpartus* menjalani serangkaian proses fisiologis dan anatomis, untuk kembali ke kondisi normal tidak bunting. *Recovery* organ reproduksi dapat dibuktikan dengan perkembangan folikel, ovarium dan estradiol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar estradiol dalam darah berdasarkan dinamika perkembangan folikel dan ovarium, serta sejauh mana mempengaruhi kejadian estrus *postpartus* pada sapi potong *postpartus*. Riset ini menggunakan 16 ekor sapi potong jenis Peranakan Ongole (PO) (n=8) dan *Crossbreed* (CB) (n=8), multipara, partus normal, sehat, umur 3-10 tahun dan SKT 2,5-3,5. Pengukuran folikel dan ovarium menggunakan ultrasonografi (USG) dan pengambilan darah melalui *vena jugularis* secara periodik dimulai pada minggu ke-1, 5, 9, 13, 17. Hasil penelitian menunjukkan diameter folikel terendah pada minggu ke-5 (PO=3,5±0,2 mm dan CB=3,2±0,2 mm) dan tertinggi di minggu ke-17 (PO=5,3±0,7 mm

dan CB=5,1±0,5 mm). Hasil pengukuran rata-rata diameter ovarium sapi PO dan CB berkisar 20,0±1,0-24,2±1,6 mm. Analisis estradiol menggunakan metode *Enzym-linked immunosorbent assay*. Hasil analisis estradiol dari minggu ke-5 sampai 17 berkisar 30,3±2,9-49,5±8,8 pg/ml. Diameter folikel, ovarium dan kadar estradiol diklasifikasikan menjadi 3 grup. Grup satu dengan ukuran diameter folikel ≤ 2,0 mm dan ovarium ≤ 20,0 mm menghasilkan rata-rata kadar estradiol sebesar 22,8±1,7 pg/ml. Grup dua diklasifikasikan ukuran diameter folikel 3,0-5,0 mm dan ovarium 21,0-25,0 mm, menghasilkan rata-rata estradiol 38,9±2,0 pg/ml. Grup tiga diklasifikasikan ukuran diameter folikel 6,0-9,0 mm dan ovarium 26,0-30,0 mm menghasilkan rata-rata estradiol sebanyak 61,1±6,0 pg/ml. Kesimpulan penelitian ini adalah perkembangan folikel dan kadar estrogen merupakan faktor yang mempengaruhi kembalinya estrus *postpartus*. Perkembangan folikel yang belum sempurna mengakibatkan produksi estradiol tidak optimal sehingga belum mampu menginisiasi estrus.

Kata kunci: estradiol; folikel; ovarium; *postpartus*; sapi potong

Pendahuluan

Efisiensi reproduksi merupakan prioritas tertinggi yang mempengaruhi usaha budi daya sapi potong, karena sebagai penentu utama profitabilitas (Diskin and Kenny, 2016). Kondisi ideal dari reproduksi sapi adalah mendapatkan satu anak dari induk setiap satu tahun (Amarjeet *et al.*, 2018). Aktivitas normal ovarium yang disertai gejala estrus, berperan penting pada interval kelahiran optimal selama 365 hari. Kondisi ideal ini tidak selalu terwujud karena berbagai masalah yang mengganggu performa reproduksi sapi.

Siklus reproduksi akan berlanjut apabila fertilitas seekor induk setelah melahirkan dimulai. Permasalahan yang terjadi saat ini adalah manajemen pemeliharaan yang buruk, tingginya infeksi *postpartus* dan jarak estrus *postpartus* yang panjang. Tiga hal ini menyebabkan panjangnya *days open* dan *calving interval*, sehingga biaya produksi pada peternakan sapi potong menjadi tinggi (Sumadiasa *et al.*, 2019). *Anestrus postpartum* pada ternak sapi merupakan salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya angka kelahiran. Pada umumnya di peternakan rakyat, perpanjangan interval kelahiran bisa melebihi 18 bulan. Hal ini dapat menimbulkan kerugian ekonomi (Diskin and Kenny, 2016).

Periode *postpartus*/puerperium merupakan masa penting dalam siklus reproduksi sapi potong, dapat memberi efek positif maupun negatif pada keberhasilan konsepsi berikutnya (Larson and White, 2016). Sapi *postpartus* menjalani serangkaian proses fisiologis dan anatomis pada organ reproduksi, untuk kembali ke kondisi normal tidak bunting (Elmetwally, 2018). Pada sapi *postpartus*, aktivitas siklus ovarium

yang kembali normal secara cepat setelah melahirkan sangat penting bagi kebuntingan selanjutnya sehingga dapat memenuhi siklus kelahiran setahun sekali (D'Occhio *et al.*, 2019). Perpanjangan masa puerperium dapat memberikan efek merugikan pada kinerja reproduksi ternak. Penentu utama periode ini bergantung pada dimulainya kembali siklus ovarium, munculnya perilaku estrus *postpartus* (EPP) dan konsepsi.

Ovarium memiliki dua fungsi utama sebagai organ eksokrin yang memproduksi sel telur (ovum) dan endokrin (steroidogenesis) yang mensekresikan hormon kelamin betina. Ovarium sebagai organ endokrin memproduksi dua jenis hormon reproduksi utama pada betina yaitu estrogen dan progesteron. Kadar estrogen memainkan peranan penting dalam pengendalian endokrin dan penampilan estrus selama periode praovulasi (Sumiyoshi *et al.*, 2014). *Recovery* organ reproduksi dapat dibuktikan dengan perkembangan folikel ovarium dan peningkatan kadar estradiol, karena menjadi standar parameter perkembangan kesiapan organ reproduksi pada sapi *postpartus*. Diameter folikel dan kadar estradiol yang tidak optimal dapat menyebabkan inefisiensi reproduksi. Inisiasi estrus pada sapi terjadi setelah adanya peningkatan estradiol yang beredar di dalam darah (Perry *et al.*, 2014). Produksi hormon estradiol merupakan bukti dari proses kesiapan folikel untuk dimulainya estrus *postpartus*. Biosintesis hormon estrogen di dalam ovarium melibatkan interaksi antara sel teka dan granulosa dari folikel praovulasi pada sapi (Fortune, 2018).

Perkembangan ovarium sangat penting karena akan berkaitan dengan kualitas estrus dan

efisiensi reproduksi. Sekresi estradiol praovulasi berperan penting pada proliferasi epitel uterus dalam persiapan implantasi (Hobeika *et al.*, 2020). Korelasi positif yang signifikan juga terdeteksi antara diameter folikel dan konsentrasi puncak estradiol (Perry *et al.*, 2014). Pada sapi *postpartus*, dimulainya kembali siklus estrus regular setelah involusi uterus, merupakan dasar penting untuk kebuntingan berikutnya (Forde *et al.*, 2011). Studi dinamika ovarium dapat juga digunakan sebagai referensi utama dalam memantau kesuburan ternak dan implementasi teknologi reproduksi pada sapi.

Penelitian tentang reproduksi pada sapi potong tropis jenis Peranakan Ongole (PO) dan *Crossbreed* (CB) telah cukup banyak dilakukan, tetapi informasi tentang kadar hormon estradiol yang dipengaruhi oleh dinamika aktivitas ovarium *postpartus* pada kedua bangsa sapi ini belum diketahui.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar hormon estradiol dalam darah berdasarkan dinamika perkembangan folikel dan ovarium, serta sejauh mana mempengaruhi kejadian estrus *postpartus* (EPP) pada sapi potong *postpartus*. Gambaran perkembangan folikel dan kadar hormon estradiol *postpartus* dapat digunakan untuk memprediksi kejadian EPP. Informasi yang diperoleh, dapat menjadi masukan manajemen estrus *postpartus*, sehingga meningkatkan kualitas perkembangan folikel dan kadar estrogen yang dapat menginisiasi EPP, sehingga *days open* dan *calving interval* dapat diperpendek.

Materi dan Metoda

Hewan percobaan. Riset ini dilakukan pada kelompok ternak sapi potong tradisional yang berlokasi di Sleman dan sebagai mitra Departemen Reproduksi dan Obstetri Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Riset ini menggunakan 8 ekor sapi potong tropis jenis Peranakan Ongole dan 8 ekor jenis *Crossbreed* (Simmental Peranakan Ongole dan Sapi Limousin Peranakan Ongole), multipara, partus secara normal dengan kondisi sehat, umur 3-10 tahun dan skor kondisi tubuh 2,5-3,5. Pemeriksaan dan pengambilan sampel dilakukan secara periodik pada minggu ke-1, 5, 9, 13, 17. Apabila sebelum jadwal pemeriksaan

ternyata sapi sudah menunjukkan gejala berahi (estrus *postpartus*) maka pemeriksaan lanjutan tidak dilakukan.

Pengukuran diameter ovarium dan folikel. Pengukuran folikel dan ovarium dilakukan melalui palpasi rektal dan dilanjutkan menggunakan ultrasonografi (USG) (Carelife-CD66V, China) untuk mengetahui diameter folikel dan ovarium. Pengukuran diameter folikel dan ovarium pada penelitian ini dilakukan sebanyak empat kali, yaitu pada minggu ke-5, 9, 13, 17 *postpartus*, menggunakan metode Keskin *et al.* (2016) yaitu mengukur rata-rata dua diameter garis horizontal dan vertikal pada tepi ovarium dan folikel. Ukuran diameter folikel diklasifikasikan menurut Sukareksi *et al.* (2019) menjadi folikel sangat kecil (grup 1) berdiameter ≤ 0.2 cm, folikel kecil (grup 2) berdiameter 0.3-0.5 cm dan folikel sedang (grup 3) berdiameter 0.6-0.9 cm.

Pemeriksaan Kadar Hormon Estradiol. Pengambilan sampel darah untuk pengukuran kadar estradiol dilakukan sebanyak lima kali, yaitu pada minggu ke-1, 5, 9, 13, 17. Pengambilan darah melalui *vena jugularis* menggunakan *venoject* sebanyak 3 ml, selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung non EDTA untuk diperiksa di laboratorium dengan tujuan penghitungan kadar hormon estradiol. Analisis kadar hormon estradiol dilakukan menggunakan *Enzym-linked immunosorbent assay* (ELISA) dan hasil pengukuran dibaca pada *ELISA Reader*. Pemeriksaan kadar hormon estradiol dilakukan di Laboratorium Fisiologi FKH UGM.

Analisis Data. Hasil pemeriksaan gambaran diameter ovarium, folikel dan profil hormon estradiol dikelompokkan berdasarkan bangsa sapi (PO dan *Crossbreed*) serta disampaikan berupa *mean* dan *standar error of mean* (*mean* \pm *SEM*). Data dianalisis menggunakan SPSS versi 25.0 metode uji t, *one-way ANOVA* dan korelasi.

Penelitian ini telah mendapat persetujuan etik dari Komite Etik Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada, dengan Nomor : 0049/EC-FKH/Int./2020

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran diameter ovarium pada sapi potong *postpartus* jenis PO dan CB, tersaji

dalam Tabel 1. Hasil analisis statistik rata-rata ukuran ovarium pada sapi yang belum mengalami estrus *postpartus* (EPP) di minggu ke-5, 9, 13 dan 17, baik pada kelompok sapi PO maupun sapi CB tidak berbeda nyata ($P>0,05$).

Tabel 1. Diameter ovarium pada sapi potong *postpartus* yang belum mengalami EPP pada minggu ke-5, 9, 13 dan 17

Waktu pengambilan sampel	Diameter Ovarium (mm)	
	Sapi PO	Sapi CB
Minggu ke - 5	22,2 ± 1,1	20,0 ± 1,0
Minggu ke - 9	22,1 ± 1,2	20,2 ± 1,4
Minggu ke - 13	21,3 ± 0,9	21,3 ± 1,3
Minggu ke - 17	24,2 ± 1,6	22,5 ± 1,1

Hasil pengukuran rata-rata diameter ovarium sapi PO dan CB pada penelitian ini dari minggu ke-5 sampai 17 berkisar 20,0-24,2 mm (Gambar 1A). Hasil ini berbeda dengan Priyo (2019) yang melakukan pengukuran ovarium pada fase puncak estrus dan menyatakan diameter ovarium pada jenis sapi PO rata-rata berukuran 30.0 mm dan CB 32.0 mm. Hasil pengukuran yang berbeda ini, disebabkan oleh perbedaan status reproduksi ternak sapi. Ovarium terdiri dari dua struktur yang berkembang yaitu folikel dan corpus luteum (Quintela *et al.*, 2012). Fase perkembangan folikel dimulai dari folikel preantral (primer dan sekunder), menjadi folikel antral (tersier). Menurut Jalaluddin (2014), ukuran ovarium pada masing-masing hewan sangat dipengaruhi oleh spesies, umur, tahapan siklus reproduksi, paritas dan nutrisi. Aktivitas ovarium setelah partus merupakan hal yang harus menjadi perhatian karena sangat penting untuk bisa meningkatkan performa reproduksi. Penundaan aktivitas ovarium melalui mekanisme utama penghambatan sekresi *Gonadotropin releasing hormone* (GnRH) sehingga mengurangi pelepasan *Follicle Stimulating Hormone* (FSH) dan *Luteinizing hormone* (LH) yang diperlukan untuk pertumbuhan folikel (Budiyanto *et al.*, 2016).

Hasil pengukuran diameter folikel pada sapi potong tropis *postpartus* jenis PO dan CB, tersaji dalam Tabel 2. Nilai rata-rata diameter folikel sapi potong *postpartus* pada minggu ke-5, 9, 13 dan 17 sebelum mengalami EPP pada sapi jenis PO dan CB menunjukkan perbedaan

nyata. Diameter folikel paling rendah yaitu di minggu ke-5 (PO: 3,5 mm dan CB: 3,2 mm) karena didominasi oleh folikel sangat kecil. Rata-rata diameter folikel paling tinggi yaitu pada minggu ke-17 (PO: 5,3 mm dan CB: 5,1 mm) baik pada sapi jenis PO maupun CB, karena didominasi oleh folikel ukuran sedang.

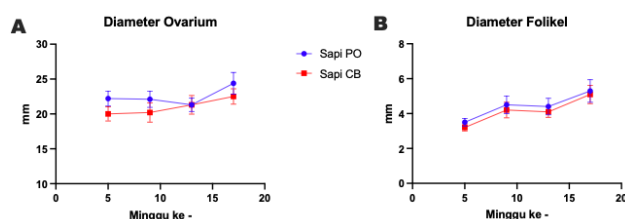
Tabel 2. Diameter folikel pada sapi potong *postpartus* yang belum mengalami EPP pada minggu ke-5, 9, 13 dan 17

Waktu pengambilan sampel	Diameter folikel (mm)	
	Sapi PO	Sapi CB
Minggu ke - 5	3,5 ± 0,2 a	3,2 ± 0,2 a
Minggu ke - 9	4,5 ± 0,5 ab	4,2 ± 0,5 ab
Minggu ke - 13	4,4 ± 0,3 ab	4,1 ± 0,3 ab
Minggu ke - 17	5,3 ± 0,7 b	5,1 ± 0,5 b

Keterangan: ^{a,ab,b} Huruf berbeda yang mengikuti angka pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P<0.05$)

Meskipun hasil analisis statistik menyatakan ada perbedaan rerata diameter dari minggu ke-5 sampai minggu ke-17 baik pada sapi PO maupun sapi CB, namun sampai minggu ke-17 belum ada yang mencapai ukuran folikel dominan. Folikel ovarium berkembang dari berukuran kecil hingga sedang, namun tidak tumbuh dan berkembang menjadi folikel dominan ovulasi (Gambar 1B). Priyo (2019) menyatakan diameter folikel dominan pada jenis sapi PO rata-rata berukuran 14 mm dan CB 13 mm. Peningkatan perkembangan ukuran folikel memberikan konsekuensi naiknya konsentrasi kadar estrogen dalam darah. Menurut Noakes (2019), terjadi atau tidaknya ovulasi bergantung pada hal-hal berikut: ukuran folikel dominan; frekuensi pulsatil LH; konsentrasi IGF-1. IGF-1 dapat mempengaruhi hipotalamus terhadap respon ovarium dan sensitifitas hormon gonadotropin hormon pada hipofisis sehingga energi tubuh akan menekan pelepasan GnRH dan mempengaruhi LH yang diperlukan untuk perkembangan folikel. NEB dan BCS yang rendah dikaitkan dengan IGF-1 yang rendah (Mumu, 2017). Perbedaan ukuran diameter folikel dapat dipengaruhi oleh status nutrisi (Widarta, 2020). Nutrisi yang cukup dapat mendorong proses biologis untuk pencapaian potensi genetik, meminimalkan dampak negatif lingkungan yang membuat ternak tidak nyaman dan mengurangi pengaruh dari teknik manajemen yang kurang baik (Budiyanto *et al.*, 2016). Nutrisi

merupakan faktor kritis yang dapat berpengaruh langsung maupun tidak langsung terhadap fenomena reproduksi dibanding faktor lainnya. Menurut Zaleha dkk. (2013), gangguan *postpartum* dapat terjadi berupa NEB, sekresi abnormal dari gonadotropin, infeksi uterus dan gangguan lainnya yang dapat memiliki efek yang menghambat perkembangan oosit.



Gambar 1. Grafik perkembangan organ ovarium (A) dan folikel (B) pada sapi jenis PO dan CB *postpartus*

Hasil pengukuran kadar hormon estradiol pada sapi potong *postpartus breed* PO dan CB, tersaji dalam Tabel 3. Kadar hormon estradiol saat minggu ke-1 hingga minggu ke-17 *postpartus* pada jenis sapi PO dan CB yang belum mengalami EPP tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata.

Hasil pengukuran rata-rata kadar estradiol sapi jenis PO dan CB *postpartus* pada penelitian ini dari minggu ke-5 sampai 17 berkisar 30,3-49,5 pg/ml. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampai minggu ke-17 *postpartus*, kadar estrogen yang diukur belum mencapai nilai yang dapat menginisiasi estrus. Sapi PO dan CB dengan penampilan reproduksi yang baik, pada saat estrus memiliki rata-rata kadar estradiol 90,3 pg/ml (Priyo, 2019).

Folikel *de Graaf* merupakan bentuk terakhir dan terbesar dari folikel tersier, berisi cairan folikuli yang menghasilkan estrogen dalam jumlah besar, sehingga memicu aksi umpan balik positif terutama LH yang mengakibatkan

terjadinya ovulasi (Strauss and Williams, 2019). Pertumbuhan folikel dominan yang lambat menyebabkan sapi memiliki tingkat estradiol yang rendah. Ketika folikel normal gagal berkembang, produksi estradiol rendah dan mempengaruhi sekresi LH. Peningkatan biosintesis estradiol oleh folikel dominan, dipengaruhi oleh kemampuan sel teka interna untuk menghasilkan androstenedione yang kemudian dapat dikonversi melalui kemampuan sel granulosa untuk mengubah androstenedione menjadi estradiol (Fuentes and Silveyra, 2019). Produksi estradiol oleh folikel dominan pra-ovulasi cukup untuk memicu pelepasan GnRH oleh hipotalamus yang menghasilkan lonjakan LH untuk merangsang pematangan akhir folikel. Hal ini meningkatkan konsentrasi estradiol dalam cairan folikel, menghasilkan umpan balik positif GnRH, LH dan umpan balik negatif pada *Follicle Stimulating Hormone* (FSH) yang memicu ovulasi dan penampilan perilaku estrus (Forde, 2018). Estradiol melakukan induksi ke FSH yang memberi sinyal terhadap reseptor pada sel granulosa untuk menstimulasi aktivitas enzim CYP19A1 sehingga dapat memproduksi estradiol lebih banyak lagi (Walsh *et al.*, 2012). Terlepas dari peran FSH dalam menghasilkan estradiol, terdapat fisiologi steroidogenesis yaitu IGF-1 akan menstimulasi sel granulosa dan selanjutnya akan meningkatkan aktivitas enzim CYP11A1 dan CYP19 sehingga androstenedione dapat diubah menjadi hormon estradiol (Vasconcelos *et al.*, 2013).

Hasil klasifikasi diameter folikel, ovarium dan kadar hormon estradiol pada sapi potong *postpartus breed* PO dan CB tersaji pada Tabel 4. Hasil analisis secara deskriptif diklasifikasikan menjadi tiga grup. Grup satu diklasifikasikan ukuran diameter folikel lebih kecil atau sama

Tabel 3. Kadar hormon estradiol pada sapi potong *postpartus* yang belum mengalami EPP pada minggu ke-1, 5, 9, 13 dan 17 sebelum mengalami EPP

Jenis Sapi	Hormon estradiol (pg/ml)				
	Minggu ke -1	Minggu ke -5	Minggu ke -9	Minggu ke -13	Minggu ke -17
PO	36,0±5,8	38,9±5,8	49,5±8,8	45,6±8,1	49,3±7,9
CB	31,9±5,6	30,3±2,9	38,9±8,7	35,1±5,0	39,1±2,5
P-value	0,6171	0,2125	0,4104	0,3391	0,2264
keterangan	tn	tn	tn	tn	tn

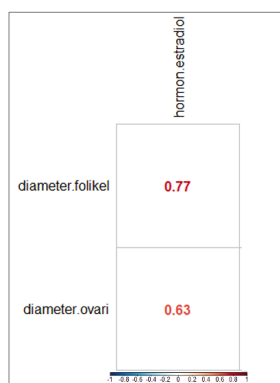
Keterangan : tn menunjukkan tidak adanya beda nyata pada kolom yang sama berdasarkan uji t independent pada tingkat kepercayaan 95%

dengan 2,0 mm, diameter ovarium lebih kecil atau sama dengan 20,0 mm menghasilkan rata-rata kadar estradiol sebesar $22,8 \pm 1,7$ pg/ml. Grup dua diklasifikasikan ukuran diameter folikel 3,0-5,0 mm dan ovarium 21,0-25,0 mm menghasilkan rata-rata kadar estradiol $38,9 \pm 2,0$ pg/ml. Grup tiga diklasifikasikan ukuran diameter folikel 6,0-9,0 mm dan ovarium 26,0-30,0 mm menghasilkan rata-rata kadar estradiol sebanyak $61,1 \pm 6,0$ pg/ml.

Tabel 4. Klasifikasi diameter folikel, ovarium dan kadar hormon estradiol

Grup	Diameter folikel (mm)	Diameter ovarium (mm)	Kadar estradiol (pg/ml)
1	≤ 2,0	≤ 20,0	$22,8 \pm 1,7$
2	3,0-5,0	21,0-25,0	$38,9 \pm 2,0$
3	6,0-9,0	26,0-30,0	$61,1 \pm 6,0$

Menurut Perry *et al.* (2014), terdapat pengaruh antara diameter folikel terhadap konsentrasi estradiol. Peningkatan kadar estradiol akan terus bertambah seiring berkembangnya diameter folikel. Jumlah folikel umumnya berdampak pada ukuran diameter ovarium. Pancarci *et al.* (2012) melakukan kajian pada cairan folikel sapi Brown Swiss, dengan hasil semakin besar diameter folikel, semakin banyak jumlah cairan folikuli dan semakin tinggi konsentrasi estradiol. Pada penelitian ini, dilakukan uji korelasi terhadap kadar estradiol, ukuran ovarium dan folikel yang tersaji dalam Gambar 2.



Gambar 2. Grafik korelasi kadar hormon estradiol dengan diameter folikel dan ovarium. Angka yang ditampilkan merupakan nilai korelasi pada tingkat kepercayaan 95%, nilai korelasi mendekati 1 (diagram berwarna merah) berarti hubungan antara dua variabel semakin kuat, nilai korelasi mendekati 0 (diagram warna biru) berarti nilai korelasi antara dua variabel semakin lemah.

Berdasarkan hasil analisis korelasi diketahui bahwa korelasi antara kadar hormon estradiol dengan diameter folikel pada penelitian ini adalah 0,77 dan dengan ovarium sebesar 0,63. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi hubungan yang kuat antara konsentrasi hormon estradiol dalam darah dengan diameter folikel dan ovarium. Nilai korelasi bernilai positif, berarti semakin tinggi kadar hormon estradiol maka semakin besar diameter folikel. Hal ini sejalan dengan penelitian Perry *et al.* (2014) dan Pandey *et al.* (2018), yang menyatakan ada korelasi positif antara konsentrasi estradiol yang meningkat seiring dengan perkembangan folikel. Proliferasi sel granulosa dan pembentukan lapisan sel teka mempengaruhi diameter folikel. Peningkatan produksi estradiol oleh folikel praovulasi bergantung pada peningkatan kemampuan sel teka interna dalam memproduksi androstendion dan sel granulosa yang mengubah androstendion menjadi estradiol.

Kesimpulan

Perkembangan folikel dan kadar estrogen merupakan faktor yang mempengaruhi kembalinya estrus *postpartus*. Perkembangan folikel yang belum sempurna mengakibatkan produksi estradiol tidak optimal sehingga belum mampu menginisiasi estrus.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih penulis ucapkan kepada Tim dosen Departemen Reproduksi dan Obstetri Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Amarjeet, B., Vinay, Y., Ravi, D., Gyan, S., Subhash, C.G. (2018). Fertility Augmentation Approaches in Dairy Animals - A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 7(2): 2995-3007
- Budiyanto, A., Tophianong, T.C., Triguntoro, Dewi, H.K. (2016). Gangguan Reproduksi Sapi Bali pada Pola Pemeliharaan Semi Intensif di Daerah Sistem Integrasi Sapi - Kelapa Sawit. *Acta Veterinaria Indonesiana*. 14(1): 14-18

- Diskin, M.G., and Kenny, D.A. (2016). Managing the Reproductive Performance of Beef Cows. *Theriogenology*. 86(1): 379-387
- D'Occhio, M.J., Baruselli, P.S., Campanile, G. (2019). Influence of Nutrition, Body Condition, and Metabolic Status on Reproduction in Female Beef Cattle: A Review. *Theriogenology*. 125: 277-284
- Elmetwally, M.A. 2018. Uterine Involution and Ovarian Activity in Postpartum Holstein Dairy Cows. *Journal of Veterinary Healthcare*. 1(4): 29-40
- Forde, N. (2018). *Encyclopedia of Reproduction 2nd Edition*. Elsevier Inc. United Kingdom
- Forde, N., Beltman, M.E., Lonergan, P., Diskin, M., Roche, J.F., Crowe, M.A. (2011). Oestrus cycle in Bos Taurus Cattle. *Animal Reproduction Science*. 124(3-4): 163-169
- Fortune, J.E. (2018). Ovarian Production of Estradiol: The Two-Cell, Two-Gonadotropin Model. *Encyclopedia of Reproduction*. 165-171
- Fuentes, N. and Silveyra, P. (2019). Estrogen Receptor Signaling Mechanisms. *Advances in Protein Chemistry and Structural Biology*. 116: 135-170
- Hobeika, E., Armouti, M. Kala, H.S., dan Stocco, C. (2020). Ovarian Hormones. *Hormonal Signaling in Biology and Medicine*. 565-583
- Jalaluddin, M. (2014). Morfometri dan Karakteristik Histologi Ovarium Sapi Aceh (Bos indicus) Selama Siklus Estrus. *Jurnal Medika Veterinaria*. 8(1): 66-68
- Keskin, A., Mecitoglu, G., Bilen, E., Guner, B. (2016). The Effect of Ovulatory Follicle Size at the Time of Insemination on Pregnancy Rate in Lactating Dairy Cows. *Turkish Journal Veterinary and Animal Sciences*. 40: 68-74
- Larson, R.L. and White, B.J. (2016). Reproductive Systems for North American Beef Cattle Herds. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 32(2): 249-266
- Mumu, M.I. (2017). Post-partum Anoestrus in Bali Cattle under Low-Input Animal Production System in Eastern Indonesia. *Tesis*. The University of Queensland.
- Noakes, D.E. (2019). Physiology of the Puerperium. *Veterinary Reproduction and Obstetrics*. 148-156
- Orihuela, A. and Galina, C.S. (2019). Effects of Separation of Cows and Calves on Reproductive Performance and Animal Welfare in Tropical Beef Cattle. *Animals*. 9(5): 1-13
- Pancarci, Ş.M., Ari, U.Ç., Atakisi, O., Güngör, Ö., Çiğremiş, Y., Bollwein, H. (2012). Nitric Oxide Concentrations, Estradiol-17 β Progesterone Ratio in Follicular Fluid, and COC Quality with Respect to Perifollicular Blood Flow in Cows. *Animal Reproduction Science*. 130:9-15
- Pandey, A. K., Ghuman, S. P. S., Dhaliwal, G. S., Honparkhe, M., Phogat, J. B., Kumar, S. (2018). Effects of preovulatory follicle size on estradiol concentrations, corpus luteum diameter, progesterone concentrations and subsequent pregnancy rate in buffalo cows (Bubalus bubalis). *Theriogenology*. 107: 57-62
- Perry, G.A., Swanson, O.L., Larimore, E.L., Perry, B.L., Djira, G.D., Cushman, R.A. (2014). Relationship of follicle size and concentrations of estradiol among cows exhibiting or not exhibiting estrus during a fixed-time AI protocol. *Domestic Animal Endocrinology*. 48: 15-20
- Priyo Jr, T.W. (2019). Pengaruh Diameter Ovarium, Diameter Folikel dan Kadar Hormon Estradiol terhadap Penampilan Reproduksi Sapi PO dan SimPO. *Thesis*. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Quintela, L., Barrio, M., Peña, A., Becerra, J., Cainzos, J., Herradón, P., Díaz, C. (2012). Use of Ultrasound in the Reproductive Management of Dairy Cattle. *Reproduction in Domestic Animals*. 47: 34-44
- Strauss, J.F. and Williams, C.J. (2019). Ovarian Cycle. *Reproductive Endocrinology*. 167-205

- Sukareksi, H., Amrozi, Tumbelaka, L.I.T.A. (2019). Ultrasound Imaging of Postpartum Uterine Involution and Ovarium Dynamic in Ongole Crossbreed Cows. *Jurnal Kedokteran Hewan*. 13(2): 61-66
- Sumadiasa, I.W.L., Arman, C., Dradjat, A.S., Yuliani, E. (2019). Manajemen Reproduksi untuk Memperpendek Interval Kelahiran pada Ternak Sapi. Prosiding PEPADU Seminar Nasional Pengabdian kepada Masyarakat, Mataram: 26 September 2019. 97-104
- Sumiyoshi, T., Tanaka, T., Kamomae, H. (2014). Relationships Between The Appearances and Changes of Estrous Signs and the Estradiol-17 β Peak, Luteinizing Hormone Surge and Ovulation During the Perioovulatory Period in Lactating Dairy Cows Kept in Tie-stalls. *The Journal of Reproduction and Development*. 60(2): 106-114
- Vasconcelos, R.B., Salles, L.P., Oliveira e Silva, I., Gulart, L.V.M., Souza, D.K., Torres, F.A.G., Bocca, A.L., Rosa e Silva, A.A.M. (2013). Culture of Bovine Ovarian Follicle Wall Sections Maintained the Highly Estrogenic Profile Under Basal and Chemically Defined Conditions. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 46(8): 700–707
- Walsh, S.W., Mehta, J.P., McGettigan, P.A., Browne, J.A., Forde, N., Alibrahim, R.M., Mulligan, F.J., Loftus, B., Crowe, M.A., Matthews, D., Diskin, M., Mihm, M., Evans, A.C.O. (2012). Effect of the Metabolic Environment at Key Stages of Follicle Development in Cattle: Focus on Steroid Biosynthesis. *Physiological Genomics*. 44(9): 504-517
- Widarta, I.N.O., Pemayun, T.G.O., Trilaksana, I.G.N.B. (2020). Perkembangan Folikel dan Munculnya Estrus setelah Penyuntikan GnRH pada Sapi Bali yang Mengalami Anestrus Postpartum dengan *Body Condition Score* Berbeda. *Buletin Veteriner Udayana*. 12(1): 92-97
- Zaleha, P., Vargová, M., Kadáši, M., Smitka, P., Smaržik, M., Kováč, G. (2013). Effect of Postpartum Uterine Involution on Folliculogenesis, Oestrus and Conception in Cows. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*. 9(1): 57-65