

Perbandingan Intensitas Birahi Sapi Potong Setelah Induksi PGF2 α Tunggal dan Kombinasi PGF2 α –Estradiol Benzoat pada Fase Luteal

(Comparison of Oestrus Intensity of Beef Cattle After Single PGF2 α Induction and PGF2 α –Estradiol Benzoat Combination in the Luteal Phase)

Hasrin^{1*}, Athhar Manabi diansyah², Hasman¹, Sri Helda Wulandari¹, Anggun Permata Sari¹, Syamsudin¹, Asma'ul Fitriana Nurhidayah¹

1) Program Studi Teknologi Produksi Ternak Fakultas Vokasi Universitas Hasanuddin

2) Departemen Produksi Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin

*) E-mail: hasrin@unhas.ac.id

ABSTRAK

Induksi birahi merupakan kegiatan untuk menyeragamkan terjadinya gejala birahi dan ovulasi pada ternak betina menggunakan preparat hormon. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan efisiensi protokol induksi estrus antara penggunaan PGF2 α tunggal dan kombinasi PGF2 α -estradiol dalam meningkatkan *estrus rate* serta kualitas intensitas estrus pada sapi potong. Penelitian ini menggunakan 10 ekor sapi potong betina dalam kondisi fase luteal yang dibagi secara acak menjadi dua kelompok perlakuan (n=5 per kelompok). Kelompok P1 diinjeksi PGF2 α tunggal (2 ml/ekor), sedangkan kelompok P2 diinjeksi kombinasi PGF2 α (2 ml/ekor) dan estradiol (5 ml/ekor). Data dianalisis menggunakan *Fisher's Exact Test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua protokol mampu menghasilkan estrus rate sebesar 100% (P>0,05). Namun, pada intensitas estrus, kelompok P2 secara signifikan mampu meningkatkan intensitas estrus ke skor tertinggi (skor 3) dibandingkan P1 (skor 2) dengan tingkat signifikansi P=0,008. Disimpulkan bahwa kombinasi hormon PGF2 α dan estradiol lebih efektif dalam meningkatkan kualitas ekspresi estrus pada sapi potong. Meskipun demikian, temuan ini bersifat indikatif mengingat jumlah sampel yang terbatas, sehingga penelitian lebih lanjut dengan populasi yang lebih luas sangat disarankan untuk mengonfirmasi tingkat generalisasi hasil ini.

Kata Kunci: Sapi Potong, Birahi, Estradiol, Prostaglandin, Fase Luteal

ABSTRACT

Estrus induction is a procedure used to synchronize estrus and ovulation in female livestock using hormonal preparations. This study aims to evaluate and compare the efficiency of estrus induction protocols between single PGF2 α injection and a combination of PGF2 α -estradiol in improving estrus rate and estrus intensity quality in beef cattle. The study utilized 10 non-pregnant beef cattle in the luteal phase, randomly divided into two treatment groups (n=5 per group). Group P1 was injected with single PGF2 α (equivalent to 500 μ g/head Cloprostenol sodium), while Group P2 was injected with a combination of PGF2 α (equivalent to 500 μ g/head) and estradiol (10 mg/head Ethinyl Estradiol). Data were analyzed using Fisher's Exact Test. The results showed that both protocols achieved a 100% estrus rate ($P>0.05$). However, regarding estrus intensity, Group P2 significantly improved estrus intensity to the highest category (score 3) compared to P1 (score 2) with a significance level of $P=0.008$. It is concluded that the combination of PGF2 α and estradiol is more effective in enhancing the quality of estrus expression in beef cattle. Nevertheless, these findings are indicative given the limited sample size, and further research with a larger population is strongly recommended to confirm the generalizability of these results.

Keywords: Beef Cattle, Estrus, Estradiol, Prostaglandin, Luteal Phase

PENDAHULUAN

Sapi potong merupakan salah satu ternak penghasil daging di Indonesia khususnya di Sulawesi Selatan. Ternak sapi potong merupakan bahan pangan sumber protein hewani yang sangat baik (Jamili *et al.*, 2025). Salah satu permasalahan yang ada di Indonesia adalah tidak seimbang jumlah antara permintaan daging sapi potong dengan jumlah produksi sapi potong lokal. Salah satu penyebab belum tercukupinya produksi daging dalam negeri adalah rendahnya tingkat reproduksi sapi potong di Indonesia yang berdampak terhadap ketahanan pangan. Salah satu upaya peningkatan populasi sapi potong dengan metode inseminasi buatan sebagaimana yang disampaikan oleh Pasino *et al.*, (2020), penerapan inseminasi buatan memberikan manfaat yang signifikan, terutama dalam meningkatkan performa reproduksi sapi betina sehingga mampu menghasilkan bakalan sapi yang berkualitas. Induksi GnRH yang digunakan untuk sinkronisasi estrus berfungsi menstimulasi hipofisis anterior agar melepaskan hormon FSH dan LH (Hassanein *et al.*, 2024). Kedua hormon tersebut secara bersama-sama berperan dalam merangsang pertumbuhan serta perkembangan folikel melalui pengaruhnya pada sel-sel folikel (Hafizuddin dkk., 2012; Longo *et al.*, 2025).

Permasalahan efisiensi reproduksi tersebut di atas, termasuk di dalamnya intensitas birahi dan lambatnya ternak sapi potong untuk birahi kembali yang menyebabkan tertundanya produksi perkawinan dan kebuntingan. Perbaikan manajemen reproduksi melalui introduksi hormon reproduksi dari luar dapat menjadi solusi

dalam mempercepat birahi sehingga terjadi kebuntingan pada ternak sapi. Penggunaan hormon prostaglandin dan estrogen dalam program induksi birahi bertujuan untuk mengatur dan meningkatkan kemunculan birahi pada sapi betina secara lebih seragam dan terkontrol (Romano, 2024).

Salah satu metode sinkronisasi estrus pada fase luteal biasanya menggunakan preparat hormon prostaglandin (PGF2 α) dengan melisiskan *corpus luteum* (CL) sehingga estrus kembali terjadi (Dewi *et al.*, 2023; Chuang *et al.*, 2025). Induksi PGF2 α pada pertengahan fase luteal menyebabkan luteolisis dalam beberapa jam sehingga konsentrasi progesteron menurun dan kadar estrogen meningkat yang akan merangsang hipofisis anterior melepaskan follicle stimulating hormone (FSH) dan luteinizing hormone (LH), yang menyebabkan perkembangan dan pematangan folikel sehingga menyebabkan terjadinya estrus dan ovulasi (Stotzel *et al.*, 2012; Prastiya *et al.*, 2022).

Meskipun metode induksi estrus telah banyak diaplikasikan, studi terdahulu umumnya hanya memfokuskan evaluasi pada persentase keberhasilan timbulnya estrus. Kajian yang secara eksplisit menginvestigasi dan membandingkan kualitas serta intensitas ekspresi estrus berdasarkan protokol hormonal yang berbeda masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi secara komparatif efektivitas perlakuan induksi hormon tunggal dan kombinasi terhadap peningkatan intensitas estrus pada sapi potong.

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sapi potong betina berumur 4-6 tahun dengan Body Condition Score (BCS) 3. Preparat hormon yang digunakan terdiri dari hormon prostaglandin F2 α (PGF2 α) dengan merek dagang Juramate (mengandung zat aktif Cloprostenol sodium dengan konsentrasi 250 μ g/ml, produksi Jurox) dan preparat hormon estradiol dengan merek dagang Ovalumon (mengandung zat aktif Ethinyl Estradiol dengan konsentrasi 2 mg/ml, produksi PT. Wonderindo Pharmatama). Alat yang digunakan meliputi spuit 10 ml dan perangkat ultrasonografi (USG). merek Dawei DW-VET6 yang dilengkapi dengan transduser linier rektal (rectal probe) berfrekuensi 6,5 MHz.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan sapi potong betina yang tidak bunting (n=10 ekor) dalam kondisi fase luteal dan berstatus sehat secara klinis. Seluruh sampel dibagi secara acak menggunakan metode *simple random sampling* menjadi dua kelompok perlakuan yang masing-masing terdiri dari 5 ekor. Meskipun ukuran sampel per kelompok relatif kecil (n=5), jumlah ini ditetapkan sebagai studi pendahuluan dengan mempertimbangkan kelayakan teknis di lapangan serta ketersediaan ternak yang memenuhi kriteria inklusi (fase luteal). Kelompok perlakuan 1 (P1) dialokasikan untuk menerima injeksi PGF2 α secara tunggal, sedangkan kelompok perlakuan 2 (P2) menerima kombinasi injeksi PGF2 α dan estradiol. Penelitian ini dirancang murni sebagai studi komparatif untuk membandingkan efisiensi kedua protokol

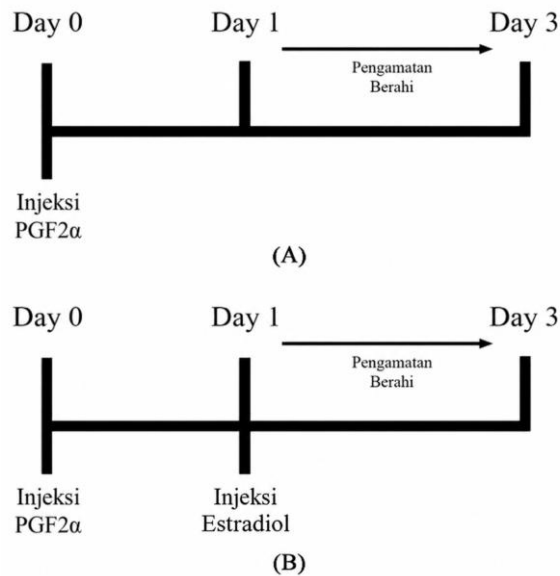
hormonal tersebut tanpa menggunakan kelompok kontrol.

Palpasi Rektal dan Ultrasonografi (USG)

Tahap ini merupakan tahap pemeriksaan status ovarium sapi potong (sapi betina) yang akan di gunakan. Pemeriksaan status reproduksi dilakukan dengan metode palpasi rektal dan USG terhadap organ reproduksi akan dilakukan untuk menilai kondisi uterus dan fase ovarium dalam kondisi fase luteal/atau terdapat corpus luteum (CL) yang akan digunakan serta memastikan sapi-sapi tersebut tidak dalam kondisi bunting.

Induksi Birahi

Pada tahap ini, perlakuan induksi estrus dilakukan pada seluruh sampel ternak yang dipastikan bebas dari gangguan reproduksi dan berada pada fase siklus luteal. Hormon yang digunakan meliputi preparat PGF2 α dengan volume pemberian 2 ml/ekor (setara dosis bahan aktif *Cloprostenol sodium* 500 μ g/ekor) dan preparat estradiol bervolume 5 ml/ekor (setara dosis bahan aktif *Ethinyl Estradiol* 10 mg/ekor). Berdasarkan skema perlakuan (Gambar 1), injeksi estradiol pada kelompok kombinasi (P2) diberikan dengan jeda 24 jam setelah injeksi PGF2 α . Jeda waktu ini diterapkan dengan landasan fisiologis agar PGF2 α memiliki waktu yang cukup untuk melisiskan korpus luteum secara sempurna dan menurunkan kadar progesteron basal, sehingga pemberian estradiol eksogen selanjutnya dapat secara optimal meniru lonjakan estrogen alami pra-ovulasi guna menstimulasi hipotalamus dan memunculkan ekspresi estrus yang lebih kuat serta seragam (Fausiah *et al.*, 2026). Pengamatan dan penilaian skor intensitas estrus kemudian dilakukan secara intensif pada hari ke-2 hingga hari ke-3 pasca-induksi awal.



Gambar 1. Skema protokol perlakuan induksi estrus: (A) Kelompok P1 (PGF2α tunggal), (B) Kelompok P2 (Kombinasi PGF2α dan Estradiol).

Intensitas birahi masing-masing ternak akan dicatat dan akan dibandingkan dengan ternak-ternak yang birahi (P1) dan (P2).

Level intensitas birahi ditentukanlah skor intensitas birahi 1 sampai 3, yakni:

Skor 1: Lendir birahi tidak nampak di permukaan vulva, kondisi vulva (bengkak, basah dan merah) kurang jelas, nafsu makan tidak tampak menurun dan kurang gelisah serta tidak terlihat gejala menaiki dan tidak tenang bila dinaiki pada saat kawin alam, pada saat pelaksanaan IB tidak tenang serta deposisi semen sulit melewati serviks.

Skor 2: Lendir birahi sedikit nampak di permukaan vulva, kondisi vulva (bengkak, basah dan merah) sedikit jelas, nafsu makan tampak menurun dan sedikit gelisah terlihat gejala menaiki dan diam bila dinaiki pada saat kawin alam, pada saat

pelaksanaan IB sedikit tenang serta deposisi semen sedikit sulit melewati serviks.

Skor 3: Lendir birahi nampak jelas di permukaan vulva, kondisi vulva (bengkak, basah dan merah) jelas, nafsu makan menurun dan gelisah terlihat menaiki dan diam bila dinaiki pada saat kawin alam, pada saat pelaksanaan IB tenang serta deposisi semen mudah melewati serviks.

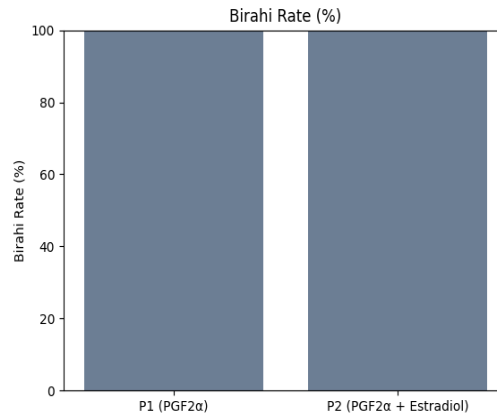
Analisa Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini, akan ditabulasi dengan menggunakan program Excel. Perbedaan persentase birahi dan intensitas/skor birahi antara induksi prostaglandin F2α (PGF2α) tunggal dan prostaglandin F2α (PGF2α) + estradiol dianalisis berdasarkan *Fisher's Exact Test*. Tingkat signifikansi $P \leq 0,05$ dianggap berbeda antara kedua kelompok perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini, induksi birahi pada sapi potong dengan metode induksi

prostaglandin (PGF2 α) tunggal dan metode prostaglandin (PGF2 α) + estradiol dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Persentase Birahi Rate (%) Sapi Potong Setelah Induksi PGF2 α Tunggal (P1) dan Kombinasi PGF2 α +Estradiol (P2)

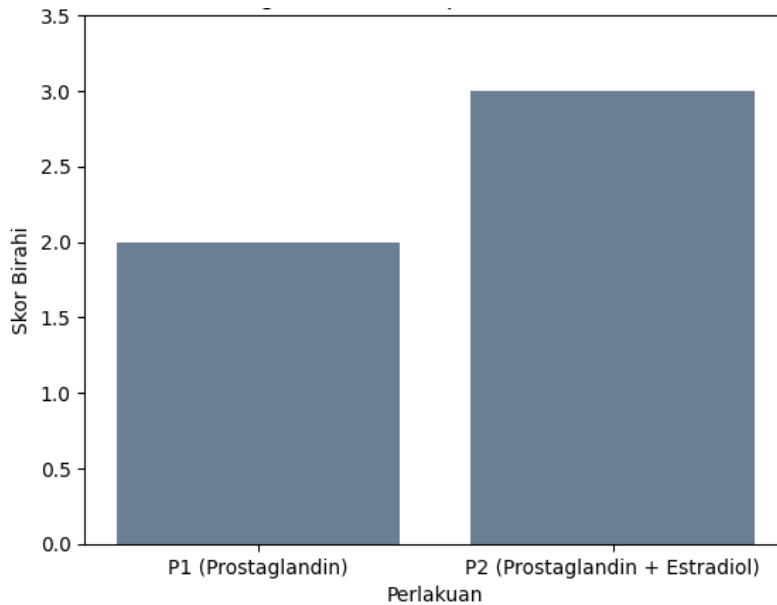
Hasil penelitian pada Gambar 2 menunjukkan bahwa seluruh ternak sapi potong pada kedua perlakuan mengalami estrus dengan persentase 100%. Analisis statistik menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ($P > 0,05$) antara perlakuan P1 (PGF2 α tunggal) dan P2 (PGF2 α + estradiol) terhadap estrus rate. Keberhasilan seragam ini mengindikasikan bahwa seluruh ternak berada pada fase luteal dan sangat responsif terhadap perlakuan hormonal. Secara fisiologis, hal ini dapat dijelaskan melalui mekanisme kerja utama PGF2 α yang melisis corpus luteum (CL), memicu penurunan drastis progesteron dalam darah. Penurunan ini menghilangkan efek umpan balik negatif pada hipotalamus, sehingga memungkinkan terjadinya lonjakan pelepasan hormon gonadotropin (FSH dan LH) yang merangsang perkembangan folikel ovarium hingga memicu estrus (Stevenson and Lamb, 2016; Ding *et al.*, 2022).

Nilai birahi rate penelitian ini lebih tinggi dari penelitian Gue *et al.*, (2024), yang melaporkan bahwa birahi rate sapi Bali setelah induksi prostaglandin (PGF2 α) sebesar 90,47%. Induksi birahi pada sapi potong menggunakan PGF2 α dilakukan pada fase luteal dimana status ovarium terdapat korpus luteum (CL) sehingga terjadi lisis (Melia *et al.*, 2022). Prostaglandin (PGF2 α) hanya efektif diberikan pada sapi ketika diberikan pada fase luteal (Thulasiraman *et al.*, 2025).

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Skor Intensitas Estrus Sapi Potong Setelah Induksi.

Intensitas Estrus	P1 (n=5)	P2 (n=5)
Skor 1	0	0
Skor 2	5	0
Skor 3	0	5

Keterangan: P1: Kelompok induksi PGF2 α tunggal (500 μ g/ekor); P2: Kelompok induksi kombinasi PGF2 α (500 μ g/ekor) + estradiol (10 mg/ekor)



Gambar 3. Distribusi Intensitas/Skor Birahi (%) Sapi Potong Setelah Induksi $\text{PGF2}\alpha$ Tunggal (P1) dan Kombinasi $\text{PGF2}\alpha$ +Estradiol (P2)

Berdasarkan observasi intensitas estrus (Tabel 1; Gambar 3), perlakuan P1 ($\text{PGF2}\alpha$ tunggal) secara seragam menghasilkan estrus dengan intensitas sedang (skor 2), sedangkan perlakuan P2 ($\text{PGF2}\alpha$ + estradiol) secara signifikan mampu memaksimalkan intensitas estrus hingga kategori kuat/jelas (skor 3) ($P=0,008$). Perbedaan intensitas ini terjadi karena induksi $\text{PGF2}\alpha$ tunggal (P1) hanya menginisiasi perkembangan folikel tanpa menjamin sekresi estrogen endogen yang optimal, sehingga manifestasi klinis estrus tidak terekspresi secara maksimal. Sebaliknya, penambahan estradiol eksogen (P2) secara langsung mengkompensasi kekurangan tersebut. Sebagai hormon utama penggerak estrus, lonjakan estradiol menstimulasi organ target, menghasilkan respons pembengkakan vulva yang maksimal, hipersekresi lendir serviks, serta memunculkan perilaku estrus yang sangat jelas.

Lebih lanjut, pencapaian intensitas estrus dengan skor 3 pada kelompok

kombinasi memberikan implikasi praktis yang sangat menguntungkan bagi pelaksanaan Inseminasi Buatan (IB). Berdasarkan kriteria skor 3 yang dievaluasi, kondisi serviks yang relaks dan sekresi lendir serviks yang melimpah tidak hanya memudahkan peternak dalam mendeteksi estrus, tetapi juga secara teknis mempermudah inseminator saat melakukan deposisi semen agar dapat melewati serviks dengan lancar. Lendir yang melimpah dan jernih pada fase ini berfungsi sebagai pelumas alami sekaligus media transpor dan proteksi yang optimal bagi spermatozoa di dalam saluran reproduksi betina. Oleh karena itu, meskipun kedua perlakuan mampu menghasilkan estrus rate 100%, kualitas estrus yang dihasilkan oleh perlakuan kombinasi (P2) menunjukkan ekspresi estrus yang lebih jelas dan mudah diamati dibandingkan perlakuan $\text{PGF2}\alpha$ tunggal. Namun, karena penelitian ini tidak mengevaluasi parameter fertilitas seperti conception rate maupun pregnancy rate, maka hubungan antara peningkatan

intensitas estrus dengan keberhasilan kebuntingan belum dapat disimpulkan secara langsung.

Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Silva *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa penggunaan estradiol dalam program sinkronisasi estrus dapat meningkatkan keseragaman dan intensitas estrus pada sapi potong. Selain itu, Qu *et al.* (2022) juga melaporkan bahwa kombinasi hormon reproduksi mampu menghasilkan respon estrus yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan satu hormon saja. Penelitian lain oleh Evans *et al.* (2022) menegaskan bahwa protokol berbasis estradiol sangat efektif dalam meningkatkan deteksi estrus dan keberhasilan inseminasi buatan pada sapi potong.

Peningkatan intensitas estrus pada kelompok perlakuan kombinasi kemungkinan dipengaruhi oleh beberapa faktor fisiologis. Pertama, penambahan estradiol setelah terjadinya luteolisis akibat PGF2 α dapat meningkatkan konsentrasi estrogen dalam sirkulasi darah sehingga memperkuat manifestasi estrus seperti pembengkakan vulva dan peningkatan sekresi lendir serviks. Kedua, estradiol berperan dalam meningkatkan sensitivitas hipotalamus terhadap mekanisme umpan balik positif yang berujung pada peningkatan pelepasan hormon luteinizing hormone (LH), sehingga proses pematangan folikel berlangsung lebih optimal (Arya *et al.*, 2023). Ketiga, estradiol dapat membantu sinkronisasi perkembangan gelombang folikel yang lebih seragam sehingga produksi estrogen endogen antar individu menjadi lebih konsisten (Sood *et al.*, 2022). Menurut Ermawati *et al.* (2024), estradiol berperan dalam merangsang pembengkakan dan kemerahan pada vulva, disertai dengan

peningkatan sekresi lendir vagina, sehingga pada beberapa spesies lendir tampak pada vulva. Selanjutnya, Yusuf *et al.* (2024) menyatakan bahwa lendir serviks diproduksi oleh sel sekretori di serviks, dan kualitas serta kuantitasnya sangat dipengaruhi oleh kondisi hormonal selama fase estrus. Selain itu, menurut Arya *et al.* (2023), pemberian estradiol sebagai alternatif GnRH dapat memicu estrus, meningkatkan pelepasan hormon LH, merangsang ovulasi, dan mendukung pembentukan korpus luteum. Faktor lain yang juga dapat berkontribusi terhadap tingginya intensitas estrus pada penelitian ini adalah keseragaman kondisi ternak yang digunakan, yaitu seluruh sapi berada pada fase luteal, memiliki status kesehatan reproduksi yang baik, dan memiliki Body Condition Score (BCS) yang relatif seragam. Oleh karena itu, penggunaan estradiol dalam program sinkronisasi tidak hanya meningkatkan tampilan estrus tetapi juga berpotensi meningkatkan efisiensi reproduksi secara keseluruhan.

Meskipun demikian, penggunaan estradiol dalam program reproduksi memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dipertimbangkan. Respon terhadap estradiol dapat bervariasi antar individu tergantung pada kondisi fisiologis ternak, status ovarium, umur, serta kondisi nutrisi. Selain itu, efektivitas estradiol sangat dipengaruhi oleh ketepatan waktu pemberian dalam kaitannya dengan dinamika folikel ovarium. Pemberian pada waktu yang kurang tepat dapat menyebabkan respons estrus yang tidak optimal. Beberapa negara juga menerapkan pembatasan penggunaan hormon estrogen pada ternak produksi karena pertimbangan keamanan pangan dan regulasi kesehatan masyarakat (Evans *et al.*, 2022). Oleh karena itu, penerapan estradiol dalam

program sinkronisasi estrus harus memperhatikan regulasi yang berlaku serta dilakukan secara tepat sesuai protokol reproduksi yang direkomendasikan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi hormon prostaglandin (PGF2 α) dan estradiol merupakan metode yang terbukti lebih efektif dalam meningkatkan kualitas ekspresi estrus pada sapi potong dibandingkan dengan penggunaan PGF2 α secara tunggal. Perlakuan kombinasi tersebut secara persis mampu menghasilkan intensitas estrus pada level tertinggi (skor 3), sedangkan penggunaan PGF2 α tunggal hanya menghasilkan intensitas estrus pada level sedang (skor 2). Namun demikian, mengingat ukuran sampel yang digunakan dalam penelitian ini relatif kecil (n=10), temuan ini bersifat indikatif dan perlu diinterpretasikan dengan hati-hati terkait tingkat generalisasinya pada populasi ternak yang lebih luas.

SARAN

Berdasarkan hasil indikatif yang diperoleh, penggunaan kombinasi hormon PGF2 α dan estradiol dapat direkomendasikan secara praktis untuk diaplikasikan dalam program sinkronisasi estrus guna meningkatkan kemudahan deteksi estrus dan mengoptimalkan efisiensi reproduksi pada sapi potong. Selanjutnya, untuk mengkonfirmasi tingkat generalisasi dari temuan ini, penelitian ke depannya sangat disarankan untuk menggunakan ukuran sampel yang jauh lebih besar agar hasil yang diperoleh memiliki kekuatan statistik dan validitas yang lebih tinggi secara populasi.

Ucapan Terima Kasih

Tim Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Hasanuddin yang telah memberi dukungan pada pelaksanaan program ini melalui program Hibah Internal Universitas Hasanuddin tahun 2025 sesuai dengan Surat Perjanjian kontrak Pelaksanaan Penelitian Dosen Pemula UNHAS (PDPU) Tahun Anggaran 2025 Nomor: 01260/UN4.22/PT.01.03/2025, Tanggal 27 Maret 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Arya, D., Goswami, R., & Sharma, M. (2023). Estrous synchronization in cattle, sheep and goat. *Multidiscip Rev*, 6(1), e2023001.
- Dewi, D. A., Baihaqi, L., & Daryatmo, J. (2023). Pengaruh dosis hormon gonadotropin releasing hormon pada metode ovsynch protocol terhadap kualitas estrus dan tingkat keberhasilan kebuntingan pada Domba Ekor Tipis. *Jurnal Penelitian Peternakan Terpadu*, 5(2), 144-152.
- Ding, Z., Duan, H., Ge, W., Lv, J., Zeng, J., Wang, W., ... & Zhao, X. (2022). Regulation of progesterone during follicular development by FSH and LH in sheep. *Animal reproduction*, 19, e20220027.
- Ermawati, D., Panjono, B. S., Agus, A., Widyobroto, B. P., Yudistyra, B., Mustofa, R., & Hartatik, T. (2024). Estrus signs and estrogen levels in brahman cross and first-generation (F1) crossbred cattle: implications for pregnancy and repeat mating. *Adv. Anim. Vet. Sci*, 12(11), 2293-2300.
- Evans, H. C., Briggs, E. F., Burnett, R. H., Contreras-Correa, Z. E., Duvic, M. A., Dysart, L. M., ... & Memili, E. (2022). Harnessing the value of reproductive hormones in cattle production with considerations to

- animal welfare and human health. *Journal of Animal Science*, 100(7), skac177.
- Fausiah, A., Yusuf, M., Toleng, A. L., Rahim, L., & Diansyah, A. M. (2026). Reproductive responses of Bali cattle synchronized using short-synch and heat-synch protocols. *J. Anim. Health Prod*, 14(2), 697-703.
- Gue, Febronia Dhenge, Thomas Mata Hine, and Kirenus Uly. (2024). "Perbandingan Tampilan Estrus Sapi Bali Secara Alamiah Dan Hasil Induksi Prostaglandin F2 α ." *Animal Agricultura*. 2 (2):575–83. doi: 10.59891/animacultura.v2i2.77.
- Hafizuddin, T.N. Siregar dan M. Akmal. (2012). Hormon dan Perannya Dalam Dinamika Folikuler Pada Hewan Domestik. *JESBIO*, 1 (1): 21-24.
- Hassanein, E. M., Szelényi, Z., & Szenci, O. (2024). Gonadotropin-releasing hormone (GnRH) and its agonists in bovine reproduction I: structure, biosynthesis, physiological effects, and its role in estrous synchronization. *Animals*, 14(10), 1473.
- Jamili, M. A., Mappanganro, R., Susanti, H. I., & Lestari, A. (2025). Efektivitas Sinkronisasi Estrus Menggunakan Hormon Prostaglandin dan Estrogen terhadap Non Return Rate (NRR), Conception Rate (CR) dan Service per conception (S/C) pada Sapi Potong. *Jurnal Peternakan Lokal*, 7(2), 51-59.
- Melia, J., Masitah, N., Asmilia, N., & Panjaitan, B. (2022). Gambaran Ultrasonografi Corpus Luteum Sapi Aceh Penderita Endometritis setelah Terapi Lugol dan Prostaglandin F2 Alfa (PGF2 α) secara Intra Uteri. *Jurnal Agripet Vol*, 22(1), 44-50.
- Pasino, S., Waru, A. T., dan Mirnawati, M. (2020). Peningkatan Produktivitas Sapi Betina Melalui Inseminasi Buatan dengan Metode Rektovaginal. *Jurnal Peternakan Lokal*, 2(2), 39-45.
- Prastiya, R. A., Madyawati, S. P., Sari, S. Y., & Nugroho, A. P. (2022). Effect of follicle-stimulating hormone and luteinizing hormone levels on egg-laying frequency in hens. *Veterinary World*, 15(12), 2890.
- Qu, J., Yin, X., Li, Y., Wang, Q., Wang, J., & Sun, X. (2022). The Efficacy of Three Different Estrus Synchronization Protocols on Reproductive Performance in Chinese Hu Sheep. *Indian Journal of Animal Research*, 56(4), 407-411.
- Romano, J. E. (2024). Hormonal control of estrus in cattle. In *MSD Veterinary Manual*. International Goat Research Center, College of Agriculture and Human Sciences, Prairie View A&M University. Retrieved August 12, 2025, from <https://www.msddvetmanual.com/managementand-nutrition/hormonal-control-of-estrus/hormonal-control-of-estrus-in-cattle>
- Silva, E. S., Newcombe, J. R., & Cuervo-Arango, J. (2023). The effect of treatment with oestradiol benzoate on oestrus expression and endometrial oedema in anovulatory and cyclic mares. *Animals*, 13(5), 938.
- Sood, P., Sarma, H. D., Kadwad, V. B., & Kumar, S. (2022). Effect of ovarian follicular wave pattern and endocrine characteristics on pregnancy outcome in cows. *Reproduction in Domestic Animals*, 57(3), 321-332.
- Stevenson, J.S., and Lamb, G.C. (2016). Contrasting effects of progesterone on fertility in dairy and beef cattle. *Journal of Dairy Science*, 99, 5951–5964.
- Thulasiraman, S., Annadurai, T., Ramasamy, R., Abdul, R., & Manokaran, S. (2025). Characterization of Luteal Response to PGF 2 α Treatment During Mid-luteal Phase in Graded Murrah Buffaloes. *Indian Journal of Animal Reproduction*, 46(1).

Yusuf, M., Toleng, A. L., Hasrin, H.,
Baharun, A., Diansyah, A. M.,
Santoso, S., & Rahmat, R. (2024).
The reproductive tract score and

characteristic of cervical mucus on
fertility rate of Bali Heifers. *Adv.
Anim. Vet. Sci*, 12(12), 2403-2409.