

SINKRONISASI ESTRUS DAN INSEMINASI BUATAN TERJADWAL TERNAK KERBAU PADA AGROEKOSISTEM PEMELIHARAAN BERBEDA

Diana Andrianita Kusumaningrum, Lisa Praharani* dan Riasari Gail Sianturi

Jalan Banjarwaru, Veteran III-Tapos, Ciawi-Bogor

*Korespondensi email: lisa.praharani@gmail.com

Abstrak. Inseminasi buatan menggunakan semen pejantan terseleksi dilakukan untuk mempercepat perbaikan genetik ternak kerbau. Suatu penelitian dilakukan bertujuan mengetahui respon sinkronisasi estrus dan inseminasi buatan (IB) yang terjadwal ternak kerbau pada agroekosistem berbeda. Penelitian dilakukan di peternakan kerbau Kabupaten Pandeglang, Brebes dan Lombok Barat. Penelitian menggunakan 78 ekor induk diatas paritas 2 dengan kondisi tubuh sedang. Ternak kerbau dikelompokkan berdasarkan agroekosistem pemeliharaan: perkebunan sawit, daerah aliran sungai dan persawahan. Semua induk diberikan perlakuan sinkronisasi estrus dengan hormone Prostaglandin (PGF) sebanyak dua kali dengan interval 11 hari dan IB dilakukan secara tepat waktu 72 jam setelah penyuntikan PGF kedua. Parameter yang diamati adalah tingkat estrus dan kebuntingan. Data dianalisa secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan tingkat estrus dan kebuntingan pada agroekosistem pemeliharaan yang berbeda. Agroekosistem pemeliharaan mempengaruhi tingkat estrus dan kebuntingan ternak kerbau yang disinkronisasi hormonal serta diikuti IB terjadwal. Penelitian ini sebagai masukan bagi pengembangan program IB ternak kerbau pada agroekosistem pemeliharaan yang berbeda.

Kata kunci: sinkronisasi estrus, inseminasi buatan, agroekosistem, kebuntingan, kerbau induk

Abstract. Artificial insemination using semen from proven bull is carried out to accelerate genetic improvement of buffaloes. A study was conducted to determine the response of estrus synchronization and fixed-time artificial insemination (TAI) of buffalo in different agroecosystems. The study was conducted at buffalo farms in District of Pandeglang, Brebes and West Lombok. The study used 78 swamp buffalo cows above parity 2 with moderate body condition. Buffaloes were grouped based on agroecosystem: oil palm plantations, riverside area and paddy field. All buffalo cows were given estrus synchronization treatment using Prostaglandin hormone (PGF) twice with 11-day intervals and TAI was performed on 72 hours after the second PGF injection. The parameters observed were the level of estrus and pregnancy. Data were analyzed descriptively. The results showed differences in the level of estrus and pregnancy between agroecosystems. Agroecosystem affects the level of estrus and pregnancy of buffalo cow estrus-synchronized and followed by TAI. This research can be used as recommendation for the development of the AI program for buffaloes in different agroecosystems.

Keywords: oestrus synchronization, artificial insemination, agroecosystem, pregnancy, buffalo cows

PENDAHULUAN

Peran ternak kerbau dalam mendukung penyediaan daging dan susu nasional belum sebesar ternak sapi dengan kontribusi < 6% (Putra dan Triatmodjo, 2018; Ditjen PKH, 2020). Namun daging dan susu kerbau pada beberapa wilayah di Indonesia konsumsi daging kerbau mampu bersaing dengan ternak sapi, sementara susu kerbau diolah sebagai makanan tradisional (Alang et al., 2020). Peran ternak kerbau lebih melekat dengan budaya, adat istiadat dan kearifan lokal masyarakat (Asriany, 2017).

Populasi ternak kerbau di Indonesia saat ini berjumlah 1.189.260 ekor (Ditjen PKH, 2021). Penurunan populasi kerbau selama lima tahun terakhir sebesar 165.765 ekor atau 12,3 % sejak tahun 2016. Salah satu penyebab terjadinya penurunan populasi ternak kerbau antara lain rendahnya reproduktivitas induk akibat kelangkaan pejantan dan tingginya tingkat inbreeding dalam sub populasi kerbau dengan pemeliharaan system ekstensif dan semi intensif. Pada daerah sentra pengembangan dan

wilayah sumber bibit ternak kerbau, dilaporkan pendugaan tingkat inbreeding yang tinggi dengan beberapa indikator antara lain kejadian ternak albino, ukuran tubuh seperti tinggi badan lebih kecil, tanduk melengkung kebawah dan cacat genetic (Ciptadi et al., 2018; Syaputra, et al 2019).

Percepatan genetik ternak kerbau dapat dilakukan melalui penerapan teknologi reproduksi diantaranya inseminasi buatan (IB) dengan dengan cara mengoptimalkan dan mengefisienkan penggunaan pejantan unggul (Neglia et al., 2020). Pada ternak kerbau, IB telah banyak dilakukan dengan tujuan pemasukan darah baru berasal dari semen pejantan unggul dari sub populasi yang jauh yang dikenal dengan program outbreeding, sehingga dapat mengurangi tingkat inbreeding (Praharani dan Sianturi, 2018).

Inseminasi buatan (IB) bertujuan untuk mempercepat perbaikan mutu genetic melalui penyebaran semen pejantan unggul yang sekaligus juga meningkatkan efisiensi penggunaan pejantan berkualitas (Presicce et al., 2020). Namun IB pada ternak kerbau terkendala oleh sulitnya mendeteksi estrus ternak disebabkan oleh karakter biologi reproduksi antara lain *silent heat* (berahi diam), berahi pada malam hari, rendahnya intensitas dan durasi estrus (Pirondi et al., 2019). Oleh karena itu penjadwalan waktu IB atau IB tepat waktu (Fixed Time Artificial Insemination) dilakukan menggunakan sinkronisasi estrus secara hormonal untuk meningkatkan efisiensi reproduksi ternak kerbau (Baruselli et al., 2018). Penggunaan hormone Prostaglandin untuk sinkronisasi estrus kerbau dengan metode konvensional dilaporkan efektif meningkatkan jumlah ternak estrus dan memperpanjang durasi estrus, sehingga dimungkinkan melakukan IB terjadwal tanpa pengamatan estrus (Sianturi et al, 2015; Yendraliza et al., 2019).

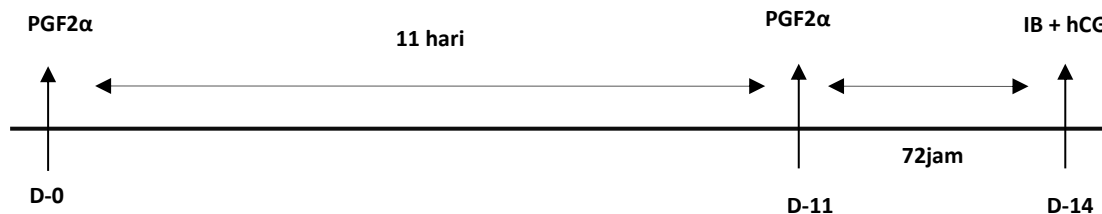
Penerapan sinkronisasi estrus yang diikuti oleh IB terjadwal (FTAI) telah banyak dilakukan pada ternak kerbau di Indonesia dengan tingkat kebuntingan yang bervariasi 42-78% (Praharani dan Sianturi, 2018). Respon sinkronisasi estrus dan IB pada ternak kerbau terhadap tingkat kebuntingan dipengaruhi oleh berbagai factor seperti genetic, umur induk, paritas, kondisi tubuh, manajemen pakan dan musim pada saat kawin (Trujillo et al., 2020; Ahmad and Arshad, 2020).

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh sinkronisasi estrus dan IB terjadwal ternak kerbau pada agroekosistem pemeliharaan berbeda terhadap tingkat estrus dan kebuntingan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi bagi pengembangan program IB pada ternak kerbau, terutama merupakan alternative dalam menekan tingkat inbreeding melalui introduksi pejantan (semen) pada sentra pengembangan ternak kerbau.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan di kelompok peternak kerbau Kabupaten Pandeglang, Brebes dan Lombok Barat. Sebanyak 78 ekor induk yang memiliki kondisi tubuh (BCS) sedang (BCS=5) digunakan dalam penelitian. Pengelompokan agroekosistem pemeliharaan terbagi dalam tiga grup: lahan perkebunan sawit (Kabupaten Pandeglang), daerah aliran sungai (Kabupaten Brebes) dan pekarangan (Lombok Barat).

Sebelum sinkronisasi estrus, dilakukan pemeriksaan kebuntingan melalui palpasi rektal. Induk kerbau yang tidak bunting selanjutnya diberikan perlakuan sinkronisasi estrus secara hormonal. Metode sinkronisasi estrus dilakukan secara konvensional (PGF2 α –PGF2 α -IB), yaitu dua kali penyuntikan PGF2 α (5 ml Lutalyse®) dengan interval 11 hari, dan IB terjadwal (TAI) dilakukan 72 jam setelah penyuntikan PGF2 α kedua. Diagram metode sinkornisasi estrus sebagai berikut (Sianturi et al., 2015):



Semua ternak diberikan suntikan 500 IU *Human chorionic gonadotropin* (2 ml hCG) pada saat IB (TAI). Semen beku yang digunakan berasal dari pejantan kerbau Baluran. Inseminasi dilakukan dengan cara pemberian dua straw. Setelah sinkronisasi dan IB, ternak kerbau dipisahkan dari pejantan selama 2-3 minggu atau tidak digembalakan/dicampur bersama pejantan, untuk menghindari perkawinan alam.

Pengamatan tingkat estrus dilakukan pada saat melakukan IB dengan tingkatan estrus yang ditandai dengan banyaknya lendir secara visual pada vulva bagian luar, yaitu berahi, berlendir banyak, vulva merah dan bengkak (+++), berlendir sedang (++) dan berlendir sedikit atau tidak berlendir (Purohit et al., 2019). Pemeriksaan kebuntingan dari hasil IB di lapangan dilakukan sekitar 2 bulan (60 hari) setelah IB dengan cara palpasi rektal. Hasil evaluasi palpasi digunakan untuk menghitung persentase kebuntingan (*pregnancy rate*).

Parameter yang diamati adalah tingkat estrus dan kebuntingan yang merupakan jumlah ternak yang menunjukkan tingkat estrus dan kebuntingan dibandingkan dengan jumlah ternak yang di-sinkronisasi estrus yang diikuti oleh IB terjadwal (TAI). Semua data ditabulasi berdasarkan kelompok agroekosistem pemeliharaan. Selanjutnya data dianalisa secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Pemeliharaan

Pemeliharaan ternak pada agroekosistem lahan perkebunan sawit dilakukan dengan cara penggembalaan dibawah pohon sawit dengan memanfaatkan hijauan campuran rumput dan leguminosa serta pelepah daun sawit sebagai sumber pakan. Ternak dilepas pada pagi hari sampai malam hari dan dikandangan sepanjang malam hari, dimana kandang kerbau terletak di pinggir kebun sawit. Kerbau berkubang pada siang hari dalam aliran sungai kecil yang terdapat di perkebunan sawit. Air minum dan pakan hijauan/tambahan tidak disediakan.

Ternak kerbau yang dipelihara pada agroekosistem daerah aliran sungai (DAS) irigasi. dikandangan sampai siang hari, selanjutnya digembalakan di pinggir sungai. Hijauan berupa rumput lapang digunakan sebagai sumber pakan. Selanjutnya kerbau berkubang pada sore hari sebelum masuk ke

dalam kandang yang terletak di tepi DAS irigasi. Jerami disediakan di dalam kandang sebagai pakan tambahan.

Pada agroekosistem persawahan, ternak kerbau dikandangan sampai siang hari. Ternak kerbau dibawa ke kubangan buatan pada siang hari, selanjutnya dikandangan. Penyediaan hijauan berupa rumput, jerami padi, jerami jagung atau sisa hasil pertanian lainnya. Air minum disediakan dalam kandang. Letak kandang terletak di sekitar pemukiman padat penduduk.

Tingkat Estrus

Sinkronisasi estrus ditujukan agar ternak-ternak betina dapat estrus secara serentak, sehingga ternak-ternak tersebut dapat diinseminasi pada waktu yang terjadwal dan secara massal. Disamping itu, dengan pelaksanaan program IB juga dapat dijadwalkan waktu kelahiran anak-anak ternak secara massal. Pada program IB ternak kerbau, perlakuan sinkronisasi estrus sangat diperlukan, disebabkan oleh gejala estrus ternak kerbau umumnya tidak jelas. Keunikan tingkah laku estrus ternak kerbau antara lain berahi diam atau *silent heat*, durasi estrus pendek dan intensitas estrus yang pendek, sehingga sulit untuk mendeteksi estrus (Purohit et al., 2019).

Aplikasi prostaglandin (PGF 2α) merupakan metode yang paling umum dipakai untuk menginduksi estrus karena sifatnya yang luteolitik, melisis/meregresi korpus luteum, yang menyebabkan penurunan konsentrasi progesteron dalam darah, perkembangan folikel ovarium dan terjadinya ovulasi dalam 2-6 hari setelah penyuntikan (Sianturi et al. 2015). Perlakuan sinkronisasi estrus dengan menggunakan hormone PGF cukup efektif untuk ternak kerbau 97-100% estrus (Atabay et al., 2020). Praharani dan Sianturi (2018) merangkum sinkronisasi estrus pada ternak kerbau menggunakan PGF dengan metode 2x penyuntikan pada interval 11 hari lebih efektif dibandingkan *ovsynch*. Respon estrus sangat tinggi pada ternak kerbau yang disinkronisasi dengan PGF-PGF (Gunawan et al., 2020).

Tabel 1 menunjukkan respon estrus induk kerbau berdasarkan agroekosistem pemeliharaan. Sebanyak 43,6% ternak kerbau menunjukkan tanda-tanda berahi (lendir pada vulva lebih banyak dan menggantung, vulva bengkak), dan 32,1% induk menunjukkan lender sedikit tampak dari vulva. Sedangkan 24,4% ternak kerbau tidak menunjukkan berahi yang ditandai dengan tidak adanya lendir. Pada penelitian Praharani et al. (2020) melaporkan ternak kerbau yang menunjukkan intensitas berahi tinggi sebesar 52,9% lebih tinggi dari penelitian ini. Beberapa laporan menyebutkan respon estrus ternak kerbau berkisar 42-85% dengan sinkronisasi estrus dan IB yang berbeda metode dari beberapa lokasi yang berbeda (Purohit et al., 2019). Demikian pula Yendraliza et al. (2019) mengatakan bahwa sinkronisasi estrus ternak kerbau yang menggunakan PGF-PGF menghasilkan kemunculan estrus lebih cepat dan lama estrus lebih panjang.

Ternak kerbau yang diperlihara pada agroekosistem kebun sawit menunjukkan tingkat estrus (+++) lebih tinggi yaitu 57,6% dan terendah pada agroekosistem DAS. Sebaliknya 45,5% ternak kerbau pada agroekosistem DAS menunjukkan tingkat estrus (+) tertinggi dan agroekosistem perkebunana sawit

terendah. Sedangkan tingkat estrus ternak kerbau pada agroekosistem persawahan diantara agroekosistem perkebunan sawit dan DAS.

Perbedaan tingkat estrus dipengaruhi oleh agroekosistem pemeliharaan ternak kerbau disebabkan oleh system pemeliharaan terutama pemberian pakan terkait jenis dan ketersediaan hijauan sumber pakan. Ternak kerbau yang dipelihara di lahan perkebunan sawit (Pandeglang) mendapat pakan hijauan melimpah. Sementara pada lahan DAS (Brebes), ternak kerbau hanya memanfaatkan hijauan yang terdapat di pinggiran sungai dengan kuantitas dan kualitas yang terbatas. Sedangkan pada daerah persawahan, ternak kerbau mendapat pakan tambahan yang tersedia dalam kandang, berupa jerami dan hasil sisa panen tanaman pangan.

Tabel 1. Tingkat estrus dan kebuntingan induk kerbau berdasarkan agroekosistem

Agroekosistem	N	Estrus (%)			Kebuntingan (%)
		+++	++	+	
Kebun sawit	33	19 (57,6)	9 (27,3)	5 (15,1)	22 (66,7)
DAS	22	6 (27,2)	8 (36,4)	8 (36,4)	9 (45,5)
Persawahan	23	9 (39,1)	8 (34,8)	6 (26,1)	12 (52,2)
Total	78	34 (43,6)	25 (32,1)	19 (24,3)	43 (55,1)

Tingkat Kebuntingan

Dalam protokol sinkronisasi estrus pada ternak, *Human chorionic gonadotropin* (hCG) dan GnRH sering digunakan dengan tujuan menginduksi terjadinya ovulasi yang bersamaan (sinkronisasi ovulasi) sehingga IB dapat dilakukan terjadwal (fixed time) (Sianturi et al., 2015). Kombinasi sinkronisasi estrus menggunakan hormone Prostaglandin dengan 2 kali penyuntikan dan IB terjadwal dengan penambahan hCG sangat baik diaplikasikan pada kerbau, mengingat rendahnya gejala estrus pada kerbau (*silent heat*) dengan tingkat kebuntingan bervariasi 36-83% (Praharani dan Sianturi, 2018; Atabay et al., 2020).

Pada Tabel 1, tingkat kebuntingan ternak kerbau yang diberi perlakuan sinkronisasi estrus dan IB terjadwal sebesar 55,1%. Tingkat kebuntingan dalam penelitian ini hamper sama dengan Rosadi et al (2016) yaitu 54,5% dengan metode sinkronisasi yang sama. Penelitian Praharani et al (2020) melaporkan tingkat kebuntingan dengan perlakuan yang sama sebesar 41,2% lebih rendah dari penelitian ini. Namun hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan Gunawan et al (2020) dan Roza et al (2019) dimana tingkat kebuntingan ternak kerbau 66%, Rizal et al (2020) 68%, Sianturi et al. (2015) yaitu 77%, Yendraliza et al (2019) 85%, Kurniadi et al (2015) 86% menggunakan metode sinkronisasi yang sama, kemungkinan perbedaan ini disebabkan lokasi dan ternak kerbau yang berbeda. Beberapa review menyebutkan variasi tingkat kebuntingan ternak kerbau dengan kisaran 30-80% dengan sinkronisasi estrus dan IB yang berbeda metode dari beberapa lokasi yang berbeda serta umur induk yang berbeda (Warriach, 2015; Praharani dan Sianturi, 2018).

Kelompok pemeliharaan agroekosistem di lahan perkebunan sawit menunjukkan tingkat kebuntingan tertinggi yaitu 66,7% dan terendah pada agroekosistem DAS (45,5%) disebabkan oleh tingkat estrus

pada masing-masing agroekosistem tersebut. Sementara tingkat kebuntingan pada agroekosistem persawahan diantaranya yaitu 52,2%.

Perbedaan tingkat kebuntingan disebabkan oleh agroekosistem pemeliharaan. Praharani et al. (2013) melaporkan perbedaan kinerja reproduksi ternak kerbau betina pada agroekosistem pantai, persawahan dan perkebunan sawit, dimana calving rate lebih tinggi pada agroekosistem perkebunan sawit (62%) dibandingkan persawahan (54%) dan pantai (41%) disebabkan oleh jenis, kualitas dan kuantitas ketersediaan sumber hijauan pakan. Pada lahan perkebunan kelapa sawit, tersedia hijauan melimpah berupa campuran rumput dan leguminosa serta daun sawit dari pelepah sawit yang telah dipanen, sehingga ternak kerbau dapat memanfaatkannya sebagai sumber pakan.

Ketersediaan pakan yang melimpah berpengaruh langsung terhadap tingkat reproduksi induk kerbau. Demikian pula Komariah et al (2019) melaporkan perbedaan pemeliharaan ternak kerbau agroekosistem lahan basah dan kering terhadap aktivitas reproduksi seperti umur berahi pertama, umur pertama bunting, jarak beranak dan lama kebuntingan yang secara langsung berkaitan dengan lingkungan pemeliharaannya.

KESIMPULAN

Metode sinkronisasi estrus secara hormonal dengan hormone prostaglandin dan IB terjadwal cukup efektif untuk ternak kerbau. Agroekosistem pemeliharaan mempengaruhi tingkat estrus dan kebuntingan ternak kerbau yang disinkronisasi hormonal serta diikuti IB terjadwal. Tingkat estrus dan kebuntingan pada agroekosistem pemeliharaan di lahan perkebunan kelapa sawit lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alang, H, J Kusnadi, T Ardyati, Suharjono. 2020. Karakteristik Nutrisi Susu Kerbau Belang Toraja, Makassar. *Zootec* Vol. 40 No. 1 : 308 – 315.
- Ahmad, N and U Arshad. Synchronization and resynchronization strategies to improve fertility in dairy buffaloes. *Theriogenology* 150: 173-179.
- Asriany, A. 2017. Kearifan Lokal Dalam Pemeliharaan Kerbau Lokal Di Desa Randan Batu Kabupaten Tana Toraja. *Buletin Nutrisi dan makanan Ternak* 12(2) : 64-72.
- Atabay, EC, EDP Atabay, ERS Maylem , EDC Encarnacion and RL Salazar. 2020. Enhancing Prostaglandin-Based Estrus Synchronization Protocol for Artificial Insemination in Water Buffaloes. *Bufalo Bulletin* (January-March 2020) Vol.39 No.1.
- Baruselli, PS, JG Soares, BM Bayeux, JCB Silva, RD Mingoti, NAT Carvalho. 2018. Assisted reproductive technologies (ART) in water buffaloes. *Anim. Reprod.*, v.15, (Suppl.1), p.971-983.
- Ciptadi, G, M Mudawamah, VM A Nurgiantiningsih, S Wahjuningsih, Rr. FD. Listiani, Susiati, L Hakim and A Budiarto. 2018. Reproduction Performance and Phenogram Analysis of Local Swamp Buffalo in East Java with A Case of Inbreeding Based on Phenotypic and DNA-RAPD Characteristics. *AIP Conference Proceedings* 2021: 070009-1-9.
- Ditjen PKH. 2021. *Statistik Peternakan 2021*. Jakarta (Indonesia): Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementerian Pertanian.
- Gunawan H, M Rodiallah, Yendraliza. 2020. Angka Kebuntingan Kerbau Rawa (*bubalus bubalis*) menggunakan Hormon sinkronisasi yang berbeda. *Jurnal Ilmu Ternak*, Juni 2020, 20(1):38-45.
- Komariah, K, Santoso, and CIL Siahaan. 2019. Karakteristik Reproduksi dan Perbedaan Respon Fisiologis Kerbau di Lahan Basah dan Lahan Kering di Kabupaten Serang Banten. *Jurnal Ilmu*

- Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan: 07(2): 67-74 DOI: <https://doi.org/10.29244/jipthp.7.2.67-74>.
- Kurniadi, NB, F Hoesni, B Rosadi. 2020. Fertilitas Kerbau Lumpur Menggunakan Inseminasi Buatan dan Kawin Alam Pasca Sinkronisasi Birahi. *Jurnal Produksi Ternak Terapan*, 1(1): 22-27.
- Neglia, G, D de Nicola, L Esposito, A Salzano, MJ D'Occhio, G Fatone. Reproductive management in buffalo by artificial insemination. *Theriogenology* Volume 150, 1 July 2020, Pages 166-172.
- Pirondi, AN, CMC Teixeira, ES Lima, TNP Valente, BB Deminicis, F Bezerra and VLH Nery. 2019. Reproductive Characteristics of Buffaloes: A Review. *Journal of Agricultural Science*; Vol. 11, No. 13: 167-177.
- Praharani, L, IGM Budiarsana dan E Juarini. 2013. Tingkat kebuntingan ternak kerbau melalui perbaikan pakan dan inseminasi buatan tepat waktu dengan sinkronisasi estrus. *Seminar Nasional Pengembangan Agribisnis Peternakan. UNSOED 8 Desember 2012. Purwokerto.*
- Praharani, L, dan RSG. Sianturi. 2018. Tekanan Inbreeding dan Alternatif Solusi pada Ternak Kerbau. *WARTAZOA* Vol. 28 No. 1 Th. 2018 Hlm. 001-012.
- Praharani, L, RSG Sianturi dan DA Kusumaningrum. 2020. Respon Sinkronisasi Estrus dan Inseminasi Buatan Terjadwal Ternak Kerbau Pada Agroekosistem Berbeda. *Prosiding Webinar Nasional Sapi dan Kerbau IV. Fakultas Peternakan Universitas Andalas: 101-108.*
- Presicce, GA, B Gasparrini, A Salzano, G Neglia, G Campanile and L Zicarelli. 2020. Reproductive technologies in the buffalo (*Bubalus bubalis*). *Reproductive Technologies in Animals*. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817107-3.00006-0>. Diakses 1 Juli 2020.
- Purohit, GN, P Thanvi, M Pushp, M Gaur, CS. Saraswat, AS Arora, SP Pannu and T Gocher. 2019. Estrus synchronization in buffaloes: Prospects, approaches and limitations. *The Pharma Innovation Journal* 2019; 8(2): 54-62.
- Putra, ARS dan A Triatmojo. 2018. Analisis Dampak Kebijakan Impor Daging Kerbau di Indonesia Melalui Pendekatan Manajemen Rantai Nilai Ternak. *Jurnal Kebijakan Pembangunan Peternakan* Vol. 1 (1): 1-7, Juni 2018.
- Sianturi, RSG, DA Kusumaningrum, L Praharani, R Krisnan, W Nugroho, Y Widiawati. 2015. Peningkatan Efisiensi Produksi dan Reproduksi Kerbau Lumpur. *Laporan Penelitian APBN 2015. Bogor. Indonesia. Balitnak. Kementerian Pertanian.*
- Suzana, R, Z Udin, dan Hendri. 2020. Penggunaan Metode Sinkronisasi Estrus terhadap Respon Estrus pada Kerbau Rawa (*Bubalis carabauesis*) di Kabupaten Padang Pariaman. *JPI* Vol. 22 (2): 176-183.
- Rizal, M, M Riyadhi, NA Syarifuddin¹, M Thahir. 2020. The fertility of South Kalimantan buffalo spermatozoa after cold preservation and cryopreservation *International Journal of Biosciences*. Vol. 17, No. 5, p. 85-95.
- Roza, E, SN Aritonang, H Susanti, A Sandra. 2019. Synchronization of GnRH and PGF2 α on estrus response, pregnancy, progesterone hormones in crossing of Swamp Buffalo and Water Buffalo in West Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas* 20 (10): 2910-2914.
- Syaputra, MA, S Umar, A Gunawan. 2019. Efek Silang Dalam Terhadap Ukuran Tubuh Kerbau Murrah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis* 6(3):382-387.
- Trujillo, HN, RV Chacin, AM Osorio, SZ Salas, LT Breto and AQ Moreno. 2020. Reproductive Performance of Water Buffalo Cows: A Review of Affecting Factors. *Journal of Buffalo Science*, 9: 133-151.
- Warriach, HM, DM McGill, RD Bush, PC Wynn, and KR Chohan. 2015. A Review of Recent Developments in Buffalo Reproduction — A Review. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* Vol. 28, No. 3 : 451-455.
- Yendraliza, J Handoko and M Rodiallah. 2019. Reproductive performance of buffalo-cows with various synchronization protocols in kampar regency of Riau province. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 260 (2019) 012057 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/260/1/012057: 1-8.