

Kemampuan *Rectovaginal Endoscopy* (RVE) Mendeteksi Berahi dan Gambaran Kadar Estrogen selama Siklus Berahi Kambing

Rectovaginal Endoscopy (RVE) Ability to Detect Estrous and Estrogen Levels During Goat's Estroy Cycle

Dony Nurcahya¹, Widagdo Sri Nugroho², Agung Budiyanto³, Budi Pramono⁴

¹Program Studi Magister Sain Veteriner, Sekolah Pascasarjana Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

²Departemen Kesmavet, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

³Departemen Reproduksi dan Obstetri, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

³Praktisi Kesehatan Hewan Ruminansia Kecil, Yogyakarta

*Email: dony.nurcahya87@gmail.com

Naskah diterima: 5 Juni 2023, direvisi: 23 Agustus 2023, disetujui: 21 November 2023

Abstract

Correct estrous detection in goats will determine the success of Artificial Insemination (AI). Rectovaginal endoscopy (RVE) is a tool for detecting estrous in goats modified by combining a speculum with a camera connected to a monitor screen. This RVE tool helps breeders determine the correct AI timing. This study aims to assess the ability of Rectovaginal endoscopy (RVE) to detect symptoms of estrous in goats and to evaluate the appearance of estrogen during the estrus cycle of sheep. The research method was to compare the detection of estrous using natural mating with males (group 1, control) with conventional/direct eye vision (group 2) and RVE (group 3). Each group used 16 goats of the Javanese randu race with a Body Condition Score (BCS) of 2.5-3 (good condition). Mucus detection was carried out in each treatment group and given a score. After detecting estrous, groups 2 and 3 were subjected to AI, while group 1 naturally mated with males. Estrous observation data were analyzed descriptively, while mucus observation data were analyzed using Chi-Square. Collection of blood serum for checking estrogen levels was taken on days 0, 3, 12, and 15 of the cycle to get an overview of estrogen levels. The results of estrous detection based on mucus observations revealed that there were significant differences between groups ($P < 0.05$). On day 0, the value of the estrogen hormone profile was 36.14 pg/ml, the image display of the RVE tool showed clear mucus, and you could see a lot of it in the cervical canal up to the vulva. On the 3rd day, the estrogen hormone profile was 11.13 pg/ml, and the discharge was thick, slightly cloudy, and only visible around the cervix. On the 12th day, the estrogen hormone profile of 8.74 pg/ml showed that the mucus became thick and cloudy and was only found around the cervix. On the 15th day, with the appearance of the estrogen 15.82 pg/ml, you could see clear discharge only around the cervix. It was concluded that the usage of the new RVE method influenced the detection of estrus symptoms, namely being able to detect mucus based on each phase of the estrous cycle.

Keywords: conventional; estrogen; mucus; natural mating; Rectovaginal Endoscopy

Abstrak

Deteksi estrus yang tepat pada kambing akan menentukan keberhasilan inseminasi buatan (IB). *Rectovaginal endoscopy* (RVE) merupakan alat deteksi estrus pada kambing yang dimodifikasi dengan perpaduan *spekulum* yang dilengkapi kamera terhubung dengan layar monitor. Alat RVE ini membantu peternak memastikan saat IB yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Rectovaginal endoscopy* (RVE) untuk mendeteksi gejala estrus pada kambing-domba dan mengetahui gambaran estrogen

selama siklus berahi kambing-domba. Metode penelitian dengan membandingkan deteksi estrus menggunakan kawin alami dengan pejantan (kelompok 1, kontrol) dengan konvensional/penglihatan mata langsung (Kelompok 2) dan RVE (kelompok 3). Masing-masing kelompok menggunakan 16 ekor kambing dengan ras Jawa randu dengan *Body Condition Score* (BCS) 2,5-3 (kondisi bagus). Deteksi lendir dilakukan pada masing-masing kelompok perlakuan dan diberi nilai (*score*). Setelah terdeteksi estrus, kelompok 2 dan 3 dilakukan inseminasi buatan (IB) sedangkan kelompok 1 kawin alami dengan pejantan. Data pengamatan estrus analisis secara deskriptif sedangkan data pengamatan lendir dianalisis menggunakan *Chi-Square*. Koleksi serum darah untuk pemeriksaan kadar estrogen diambil pada hari ke-0, 3, 12, dan 15 siklus untuk mendapatkan gambaran kadar estrogen. Hasil deteksi estrus berdasarkan pengamatan lendir diketahui terdapat perbedaan signifikan diantara kelompok ($P < 0,05$). Pada hari ke-0 nilai profil hormon estrogen 36,14 pg/ml, tampilan gambar alat RVE menunjukkan lendir jernih bening dan terlihat banyak disaluran serviks sampai ke vulva. Hari ke-3 profil hormon estrogen 11,13 pg/ml, terlihat leleran pekat dan sedikit keruh dan hanya terlihat di sekitaran serviks. Hari ke-12 tampilan profil hormon estrogen 8,74 pg/ml terlihat lendir menjadi pekat keruh dan hanya terdapat di sekitar serviks. Hari ke-15 dengan tampilan hormon estrogen 15,82 pg/ml terlihat leleran bening dan hanya di sekitaran serviks. Disimpulkan bahwa penggunaan alat metode baru RVE memberikan pengaruh terhadap deteksi gejala estrus yaitu mampu mendeteksi lendir berdasarkan masing-masing fase siklus berahi.

Kata kunci: estrogen; kawin alami; konvensional; lendir; *Rectovaginal Endoscopy*

Pendahuluan

Potensi usaha beternak kambing di Indonesia cukup tinggi, hal ini dilihat dari ketersediaan bahan pakan yang melimpah serta tingginya reproduktivitas kambing. Namun kualitas dan produktivitas kambing tersebut masih tergolong sangat rendah, terutama disebabkan karena sistem pemeliharaan yang kurang baik dan sistem perkawinan yang tidak terkontrol, manajemen pemeliharaan masih sangat sederhana belum menerapkan inovasi teknologi baik dalam manajemen pakan maupun manajemen reproduksi (Nuryadi *et al.*, 2009). Disamping itu, rendahnya efisiensi reproduksi kambing di daerah tropis dihubungkan dengan beberapa hal seperti rendahnya fertilitas, gejala estrus tidak teramati atau tidak terkontrolnya waktu estrus, sehingga waktu perkawinan tidak dapat ditentukan (Hafez, 1993). Kambing memiliki lama siklus berahi 19-21 hari (Devendra dan Burns, 1994). Lama berahi pada kambing berkisar 24-48 jam, ovulasi terjadi 24-48 jam sejak mulainya berahi (Noakes, 1979).

Proses reproduksi berkaitan dengan mekanisme sistem hormonal, yaitu hubungan antara hormon-hormon hipotalamus-hipofisis yakni *gonadotrophin releasing hormone* (GnRH), *follicle stimulating hormone* (FSH) dan *luteinizing hormone* (LH), hormon-hormon ovarium (estrogen dan progesteron) dan hormon uterus (prostaglandin) (Hafez dan

Hafez 2000). Pengamatan visualisasi respons estrus terdiri atas tingkah laku hewan diam saat dinaiki, kemerahan pada mukosa vulva, vulva membengkak, dan kekentalan lendir yang dikuantifikasi dalam bentuk skor (Santoso *et al.*, 2014).

Dewi *et al.*, (2011) dalam laporannya menyebutkan bahwa lama estrus pada hewan dapat dipengaruhi oleh *body condition score* dan *LH surge*. Terlambatnya *LH surge* saat ternak estrus akibat rendahnya konsentrasi estrogen dalam darah akan berpengaruh terhadap lama waktu terjadinya estrus. Selain hal itu, faktor lainnya seperti bangsa, umur, musim dan kehadiran dari pejantan juga ikut menentukan lamanya waktu estrus pada masing-masing hewan. Estrogen merupakan hormon steroid yang dihasilkan oleh sel granulosa dan sel teka dari folikel *de Graaf* pada ovarium (Hardjopranto, 1995). Fungsi utama hormon estrogen adalah untuk merangsang berahi, merangsang timbulnya sifat-sifat kelamin sekunder, mempertahankan sistem saluran ambing betina dan pertumbuhan ambing (Wodzicka-Tomaszewska *et al.*, 1991). Penelitian yang dilakukan Siregar (2009), konsentrasi estrogen tertinggi dicapai pada hari ke-21. Konsentrasi estrogen pada hari ke-0 adalah 62,21 pg/ml, pada hari ke-7 menurun menjadi 28,61 pg/ml. Selanjutnya, hari ke-14 terjadi peningkatan konsentrasi estrogen menjadi 29,84 pg/ml, tetapi peningkatannya

tidak mencapai konsentrasi seperti hari ke-0. Konsentrasi estrogen kembali meningkat pada hari ke-21 menjadi 79,89 pg/ml.

Revtovaginal Endoscopy (RVE) merupakan modifikasi *spekulum* yang dilakukan berdasarkan pada ukuran dan bahan yang lebih sesuai. Inovasi alat IB *gun* pada penelitian ini menggunakan modifikasi alat berupa sensor kamera. *Spekulum* dilengkapi dengan kamera yang dapat menangkap gambaran serviks kemudian diinterpretasikan kedalam layar monitor. Inseminator dapat mengetahui status gambaran berahi pada kambing dan domba untuk menentukan waktu yang tepat pelaksanaan IB. Sampai saat ini penelitian mengenai kadar hormon estradiol dan inovasi alat untuk mendeteksi diagnosa berahi pada kambing Indonesia masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini ditujukan untuk mengkaji gambaran penggunaan alat RVE untuk mendiagnosa gejala berahi pada kambing.

Materi dan Metode

Penelitian ini telah dilaksanakan di kelompok Perserikatan Peternak Kambing dan Domba Yogyakarta (PPKDY), Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan mulai bulan April 2023 – Juni 2023. Kambing yang digunakan adalah kambing lokal jenis Jawa randu dengan kriteria sehat secara klinis (BCS: 2,5-3), sudah menunjukkan dewasa kelamin, umur 1,5 – 3 tahun. –Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode percobaan dengan dengan membagi 3 kelompok. Kelompok I untuk metode perlakuan Kawin alami dengan sampel 16 ekor kambing. Kelompok II dengan metode IB konvensional dengan sampel 16 ekor dan kelompok III dengan metode IB inovasi RVE dengan sampel 16 ekor. Pada kelompok III dengan metode RVE dilakukan koleksi sampel darah untuk mengetahui gambaran profil hormon estrogen dan pengambilan gambar menggunakan alat RVE pada hari ke-0, hari ke-3, hari ke-12 dan hari ke-15 (Widayati, 2018). Pengamatan visualisasi respons berahi pada penelitian ini dikhususkan pada kekentalan lendir yang dikuantifikasi dalam bentuk skor. Pengamatan dilakukan berdasarkan masing-masing fase berahi pada kambing dengan menggunakan alat RVE.

Scoring dan modifikasi penilaian pada kriteria estrus deteksi lendir dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria dan modifikasi penilaian estrus menggunakan RVE.

| Kriteria Penilaian | Skor | Keterangan |
|--------------------|------|---|
| Lendir Serviks | 4 | Lendir banyak dan gambaran RVE lendir banyak jernih di saluran serviks (Leleran di ekor, sekitar vulva, lantai) |
| | 3 | Leleran sedang dan gambaran RVE leleran jernih di saluran serviks (Leleran di sekitar serviks) |
| | 2 | Lendir sedikit dan gambaran di RVE lendir sedikit keruh melekat di saluran serviks (Terlihat ketika vulva dibuka) |
| | 1 | Tidak berlendir |

Modifikasi dari Santoso *et al.* (2014) pada besarnya poin skor; skor 4, gambaran RVE lendir banyak jernih di saluran serviks (; skor 3, gambaran RVE leleran sedang jernih di saluran serviks; skor 2 gambaran di RVE lendir sedikit keruh dan melekat di saluran serviks.

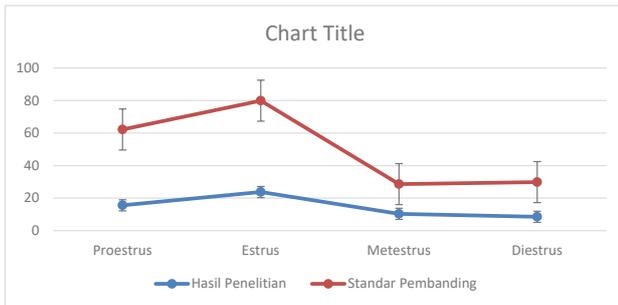
Pengukuran konsentrasi hormon estrogen dilakukan dengan metode ELISA menggunakan kit ELISA estradiol (EIA DRG *Instruments GmbH*, Germany). Pengukuran estradiol ini memiliki sensitivitas sebesar 9,72 pg/ml serta variasi *intra assay* dan variasi *inter assay* masing-masing sebesar 4,76% dan 6,53%. Data yang diperoleh dengan membandingkan kelompok Inseminasi Buatan (IB) dengan metode RVE dengan kelompok IB metode konvensional dan kawin alami secara deskriptif dan data pengamatan lendir dianalisis menggunakan *Chie-Square*.

Hasil dan Pembahasan

Profil Hormon Estrogen pada Fase Siklus Berahi dan Gambaran RVE

Konsentrasi hormon estrogen pada masing-masing fase berahi terlihat pada gambar 1 dan hasil gambaran alat RVE pada masing-masing siklus terlihat pada Gambar 2.

Dari tabel hasil di atas, diketahui bahwa proestrus memiliki nilai rata-rata sebesar 15,82 ±0,44 pg/mL. Hasil penelitian ini lebih tinggi dengan penelitian Ali *et al.*, (2018), yaitu konsentrasi estradiol-17 β akan meningkat sampai konsentrasi puncak, sedangkan awal estrus



Gambar 1. Grafik kadar estradiol berdasarkan fase berahi hasil penelitian (garis biru) dan standar pembeding (garis orange) (Siregar, 2009).



Gambar 2. (A). Gambaran vulva dan RVE (hari ke-0), (B) Gambaran vulva dan RVE (Hari ke-3), (C) Gambaran vulva dan RVE (hari ke-12), (D) Gambaran vulva dan RVE (Hari ke-15).

nilai estrogen berada pada level $11,1 \pm 2,9$ pg/mL. Pada fase ini akan terlihat perubahan pada alat kelamin luar dan terjadi perubahan tingkah laku (*behavioral signs*) menyebabkan hewan betina menjadi gelisah dan sering mengeluarkan suara-suara yang jarang terdengar. Perubahan warna mulai terlihat pada alat kelamin betina akibat terjadinya peningkatan peredaran darah. Ternak betina sudah mulai menampakkan gejala estrus namun uniknya masih belum mau menerima pejantan. Di bawah pengaruh FSH, folikel *de Graaf* akan bertumbuh dan menghasilkan estradiol pada fase ini. Lalu folikel berkembang dan diisi dengan cairan folikuler. Estradiol meningkatkan jumlah suplai darah ke saluran alat kelamin (vagina, tuba fallopi, folikel ovarium) dan meningkatkan perkembangan estrus. Pada akhir fase ini, betina mulai tertarik memperhatikan pejantan (Toelihere, 2003).

Pada fase estrus kadar estradiol memiliki nilai rata-rata sebesar $36,14 \pm 10,80$ pg/mL. Hasil profil estrogen pada penelitian ini lebih tinggi dari penelitian Socheh *et al.*, (2019), konsentrasi estrogen tertinggi dicapai pada domba yang mengkonsumsi pakan dengan kandungan energi (15.70 pg/mL) pada jam ke-36 selama estrus. Hasil penelitian ini lebih

rendah dari Siregar (2009), melaporkan bahwa tingkat estrogen kambing lokal adalah $62,21 \pm 12,86$ pg/mL. Menurut Frandson *et al.*, (2003) estradiol merangsang penebalan dinding vagina, peningkatan vaskularisasi sehingga alat kelamin bagian luar mengalami pembengkakan dan berwarna kemerahan, dan peningkatan sekresi vagina sehingga dijumpai adanya lendir menggantung di vulva atau menempel di sekitarnya. Sutiyono *et al.*, (2008) melaporkan bahwa dengan meningkatnya tingkat estrogen dan mulai pembentukan folikel *de Graaf* akan mempengaruhi tingkat kejadian lendir yang keluar dari serviks.

Metestrus memiliki nilai rata-rata sebesar $11,13 \pm 0,69$ pg/mL. Hasil penelitian menunjukkan kadar estradiol pada fase metestrus lebih rendah dari penelitian Arsoy dan Sağmanlıgi (2018), konsentrasi estradiol menurun menjelang hari ke-8 siklus berahi dengan nilai level estradiol ($6,09 \pm 2,87$ pg / mL). Noakes *et al.*, (2001) dan Eilts (2004) mengemukakan bahwa pada saat korpus luteum berfungsi penuh dan menghasilkan progesteron dalam jumlah besar terjadi penurunan sekresi dari saluran kelamin (lendir sedikit dan sangat lengket) dan mukosa vagina menjadi pucat. Metestrus merupakan periode yang terjadi setelah fase estrus berakhir. Gejala tidak terlalu terlihat, hanya terlihat sisa-sisa gejala estrus, namun ternak betina sudah menolak untuk kopulasi. Pada lokasi bekas folikel *de Graaf* melepaskan ovum, terjadi pembentukan korpus hemoragikum pada ovarium. Ovum yang berada di dalam tuba fallopi setelah keluar dari folikel akan menuju uterus. Korpus hemoragikum mulai berubah menjadi jaringan luteal setelah 5 hari, lalu menghasilkan Korpus Luteum (CL). Warna vulva mulai berubah menjadi kemerahan (pink) dan gambaran alat RVE, terlihat serviks menjadi pucat dan leleran menjadi lebih pekat dan buram.

Diestrus memiliki nilai rata-rata sebesar $8,74 \pm 0,365$ pg/mL. Hasil penelitian profil hormon estrogen sejalan dengan penelitian Ali *et al.*, (2018), konsentrasi basal estradiol-17 β selama fase luteal berkisar antara 0,53 hingga 6,8 pg/mL. Periodeterakhir dan terlama pada siklus estrus disebut diestrus, pada fase ini corpus luteum (CL) menjadi matang dan pengaruh

progesteron akan memberi pengaruh nyata terhadap saluran reproduksi. Apabila terjadi pembuahan pada hari ke 17 atau 18 dalam siklus estrus maka CL tetap bertahan sampai terjadi kelahiran, bila tidak terjadi pembuahan CL akan beregresi apabila tidak terjadi pembuahan. Perubahan warna vulva menjadi lebih pucat dan tidak mengalami kebengkaan.

Model Diagnosa Gejala Berahi (Deteksi Lendir) Menggunakan Alat RVE

Salah satu tanda-tanda berahi adalah keluarnya lendir serviks. Faktor yang mempengaruhi produksi lendir serviks adalah hormon estrogen. Bagian *mucus* terdapat kripta-kripta yang dapat menghasilkan lendir sehingga pada saat ternak tidak mengalami estrus, lendir yang ada pada kripta mengeras dan akan mencair saat hormon estrogen meningkat (Widiyono *et al.*, 2011). Alat inovasi RVE ini, digunakan untuk membantu proses IB. Pengaruh penggunaan RVE untuk deteksi lendir dapat tersaji pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Berdasarkan data perbandingan antara perlakuan metode IB, maka pengaruh alat RVE ini berpengaruh signifikan 0,045 ($P < 0.05$). Alat IB metode RVE, dapat digunakan untuk mengetahui banyak sedikitnya leleran yang keluar dari vulva (serviks). Seperti pada Tabel 3, menunjukkan perbandingan tingkatan lendir

yang keluar pada masing-masing perlakuan. Pada kelompok RVE menggambarkan adanya pengaruh leleran banyak dan sedikit memiliki pengaruh terhadap kebuntingan. Konsistensi lendir serviks bervariasi sepanjang siklus berahi mulai dari sangat kental menjadi kental dan cair (Mardiati, 2003). Pada masa estrus kelenjar-kelenjar serviks merubah sifat sekresinya dari cair menjadi kental. Lendir kental ini berfungsi sebagai sumbat lumen serviks (Suharto, 2003) Disamping itu, penembakan sperma tepat di lubang serviks berpengaruh terhadap kebuntingan. Agnieszka *et al.*, (2019) melaporkan bahwa efektivitas penanganan secara intrauterine untuk berbagai masalah reproduksi dan menunjukkan hasil yang baik. Saat terjadi peningkatan estrogen dalam darah, maka akan terjadi peningkatan aktivitas sel-sel goblet dan terjadi penimbunan air pada sitoserum. Akibat tekanan cairan sitoserum yang semakin meningkat maka dinding sel goblet akan pecah dan mengeluarkan lendir ke dinding serviks (Suharto, 2003). Alat ini mampu mendeteksi leleran yang muncul dengan hasil gambaran foto, sehingga memudahkan operator untuk mengetahui status hewan dalam keadaan estrus atau sebaliknya. Dengan demikian, inseminator dapat menentukan waktu yang tepat untuk melaksanakan IB.

Tabel 2. Pengaruh penggunaan alat RVE untuk deteksi gejala estrus (deteksi lendir)

| | | Jumlah Sampel banyak | Deteksi Lendir | | | Jumlah hewan Bunting |
|-----------|--------------|----------------------|----------------|---------|---------|----------------------|
| | | | sedang | sedikit | sedikit | |
| Perlakuan | Alami | 16 | 13 | 3 | 0 | 11 |
| | Konvensional | 16 | 12 | 2 | 2 | 6 |
| | RVE | 16 | 7 | 4 | 5 | 9* |
| Total | | 48 | 32 | 9 | 7 | 26 |

Keterangan: (*) terdapat perbedaan nyata 0,045 ($P < 0.05$)

Tabel 3. Status lendir estrus dengan kebuntingan

| Kelompok perlakuan | Alami | | | Konvensional | | | RVE | | |
|--------------------|--------|--------|---------|--------------|--------|---------|--------|--------|---------|
| | banyak | sedang | sedikit | banyak | sedang | sedikit | banyak | sedang | sedikit |
| Bunting | 10 | 1 | 0 | 4 | 0 | 2 | 4 | 0 | 5 |
| Tidak bunting | 3 | 2 | 0 | 8 | 2 | 0 | 3 | 4 | 0 |
| Total | 13 | 3 | 0 | 12 | 2 | 2 | 7 | 4 | 5 |

Kesimpulan

Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa alat baru RVE dapat digunakan untuk mendeteksi gejala berahi khususnya deteksi lendir dengan tingkat signifikansi 0,045 ($P < 0,05$).

Daftar Pustaka

- Agnieszka, W.J., Katarzyna, K.T, Skarzynski, J.D. 2019. Effects of prostaglandin F2_α (PGF2_α) on cell-death pathways in the bovine corpus luteum (CL). *BMC Vet Res*.15: 416
- Ali Murtaza, Muhammad Irfan-Ur-Rehman Khan, Waqas Ahmad, Tariq Sohail, Imran Mohsin, Muhammad Shahzad Muhammad Zahid Tahir And Muhammad Ijaz . 2018. Follicular Dynamics And Changes In Plasma Estradiol-17 β And Progesterone Concentrations During Estrous Cycle In Beetal Goats. *Pakistan Veterinary Journal*. ISSN: 0253-8318. DOI: 10.29261/Pakvetj/2019.046
- Arsoy D And Sağmanlıgi V. 2018. Reproductive Cycles In White Karaman Ewes: Comparison Of Ovarian Hormone Secretion And Reproductive Behavior In Non-Pregnant And Pregnant Ewes In Semi-Intensive Conditions. [Http://Periodicos.Uem.Br/Ojs/Acta](http://Periodicos.Uem.Br/Ojs/Acta) ISSN On-Line: 1807-8672.Doi: 10.4025/Actascianimsci.V40i1.39908
- Davendra, C. And M. Burns. (1994). *Goat Production In The Tropic*. Common Wealth. Agriculture Bureaux. Farnham Royal, England.
- Dewi RR, Wahyuningsih, DH Widayati. 2011. Respon Estrus Pada Kambing Peranakan Etawah Dengan Body Condition Score 2 Dan 3 Terhadap Kombinasi Implant Controlled Internal Drug Release Jangka Pendek Dengan Injeksi Prostaglandin F2 Alpha. *Jurnal Kedokteran Hewan* 5:11-14.
- Eilts BE. 2004. The Bovine Estrous Cycle. [Www.Vetined.Isu.Edu/Eiltsiotus/Therionogenology-5361/The Bovine Estrous Cycle.Htm](http://www.Vetined.Isu.Edu/Eiltsiotus/Therionogenology-5361/TheBovineEstrousCycle.Htm)
- Frandsen R. D., W. L. Wilke. And A. D. Fails. 2003. *Anatomy And Physiology Of Farm Animal*. 7th Edition. Lippincottwilliams And Wilkins. Philadelphia. 395-404
- Hafez ESE. 1993. Semen Evaluation. In Hafez ESE. (Ed): *Reproduction In Farm Animals*. Philadelphia. Lea And Febiger
- Hafez, B. And E.S.E. Hafez. 2000. *Reproduction In Farm Animals*. 7th.Ed. Lea And Febiger Co., Philadelphia, USA.
- Hardjopranojoto, S. 1995. *Ilmu Kemajiran Pada Ternak*. Airlangga University Press. Surabaya.
- Mardiati S.M. 2003. Kadar Garam Na lendir Serviks serta kadar Garam Na dan K lendir Mulut pada berbagai Striktur Daun Pakis (Tes Ferning). Program Pasca Sarjana.Undip.
- Noakes, D.E. 1979. The Normal Breeding. In *Fertility And Infertility In Domestic Animals*. J.A. Laing Ed., Bailliere Tindall, London.
- Noakes DE, Parkinson TJ, England GCW. 2001. *Arthur's Veterinary Reproduction And Obstetrics*. 8th Edition. London: Elsevier Limited. Pp: 3-56
- Nuryadi. Agus Budiarto, Moch Nasich. 2009. *Aplikasi Teknologi Inseminasi Buatan Ternak Kambing Dengan Bibit Unggul Kambing Boer Di Desa Pagerejo, Lorok, Kabupaten Pacitan*. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya
- Santoso, Amrozi, B Purwantara, Herdis. 2014. Gambaran Ultrasonografi Ovarium Kambing Kacang Yang Disinkronisasi Dengan Hormon Prostaglandin F2 Alfa Dosis Tunggal. *J. Ked. Hewan*. 8(1): 38-42.
- Siregar, T.N. 2002. Profil Hormon Estrogen Dan Progesteron. *Media Kedokteran Hewan*. Vol.3 No.2 September 2009.
- Suharto, K. 2003. *Penampilan Poensi Reproduksi Sapi Perah Friesian Holstein Akibat Pemberian Kualitas Ransum Berbeda Dan Infusi Larutan Iodium Povidon 1% Intra Uterin*. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. (Thesis Magister Ilmu Ternak).

- Sutiyono, E.T. Setiatin, S. Kuncara And Mayasari.2008. Pengaruh Pemberian Ekstrak Hipofisa Terhadap Berahi Dan Fertilitas Pada Domba Yang Berahinya Diserentakkan Dengan Progesteron. *J. Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 33(1):20-26
- Toelihere, M R. 2003. *Fisiologi Reproduksi Pada Ternak*. Bandung : Angkasa
- Widayati D, Sitaresmi PI, Bintara S and Widyobroto B.P, 2018. Estrus Detection Through Vaginal pH in Saanen Etawah Crossbreed Goats. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 21: 383-386.
- Widiyono, Putro P, Sarmin , Astuti P, Airin CM. 2011. Kadar Estradiol Dan Progesteron Serum, Tampilan Vulva Dan Sitologi Apus Vagina Kambing Bligon Selama Siklus Berahi. *Jurnal Veteriner Desember 2011 Vol. 12 No. 4: 263-268 ISSN : 1411 - 8327*
- Wodzicka-Tomaszewska, M., I.K. Utama, I.G. Putu, Dan T.D. Chaniago 1991. *Reproduksi, Tingkah Laku Dan Produksi Ternak Indonesia*. Penerbit Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.