

## **Komparasi Biometri Semen dan Morfometri Spermatozoa Kambing Kacang, Peranakan Ettawa dan Boer**

*(Determine the Biometric and Morphometric Differences of Kacang, Ettawa (PE) and  
Boer Buck Spermatozoa)*

**Lalu Ahmad Zaenuri, Rodiah, Adji Santoso Drajat, I Wayan Lanus Sumadiasa**  
Fakultas Peternakan Universitas Mataram  
Jl. Majapahit 62 Mataram Lombok Nusa Tenggara Barat, Indonesia (83125).  
Email: ahmadzaenuri@unram.ac.id

Diterima : 16 Februari 2021/Disetujui : 24 Maret 2021

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan biometri dan morfometri spermatozoa kambing Kacang, Peranakan Ettawa dan Boer. Penampungan semen dilakukan menggunakan vagina buatan. Satu bagian semen segar diencerkan dengan sepuluh bagian NaCl fisiologis (v/v). Fiksasi slide dengan cara mencampur satu tetes semen encer dengan satu tetes larutan Eosin-nigrosin, homogenkan dan keringkan diatas hot plate suhu 40°C selama beberapa menit. Biometri dan Morfometri spermatozoa diukur dengan mikroskop phase kontras (CarlZeis, Jerman) pembesaran 400 kali. Semen dari setiap kambing dibuatkan satu slide dan setiap slide diambil 10 sampel spermatozoa hidup, sehingga sampel spermatozoa untuk setiap jenis kambing adalah 50 spermatozoa. Signifikansi antar variabel diuji menggunakan T-test dengan pengujian independent samples test dengan tingkat signifikansi 0.05. Hasil peneltiann menunjukkan, tidak ada perbedaan nyata variabel biometri ketiga jenis kambing tersebut, kecuali konsentrasi, motilitas massa dan motilitas individu spermatozoa kambing PE secara signifikan lebih rendah dibanding kambing Boer dan Kacang. Panjang kepala spermatozoa kambing kacang, Ettawah dan Boer, tidak berbeda nyata. Sebaliknya, lebar kepala spermatozoa kambing Boer cenderung lebih lebar tetapi tidak berbeda nyata dibanding kambing Kacang dan kambing PE. Sedangkan panjang ekor spermatozoa kambing Boer secara signifikan lebih pendek dibanding kambing Kacang dan kambing PE. Disimpulkan, Morfomerti spermatozoa kambing Kacang PE dan Boer tidak berbeda nyata. Disarankan supaya hasilnya lebih akurat, pengukuran morfomerti spermatozoa hendaknya dilakukan pada spermatozoa dengan kromosom yang sama yaitu X atau Y saja

**Keywords:** *buck, kacang, boer, Ettawa, spermatozoa, morfometri*

## ABSTRACT

This study aims to determine the biometric and morphometric differences of Kacang, Ettawa (PE) and Boer buck spermatozoa. Semen collected by an artificial vagina. One part of fresh semen is diluted with ten parts of physiological (v/v) NaCl. Fixation of slides was performed by mixing one drop of dilute semen with one drop of Eosin-nigrosin solution, homogenized and dried on a hot plate at 40°C for several minutes. Biometry and morphometry of spermatozoa were measured using a 400x magnification phase contrast microscope (CarlZeis, Germany). One slide for each buck semen samples was made and 10 samples of live spermatozoa were taken from each slide, so that the spermatozoa samples for each type of buck was 50 spermatozoa. The significance between variables was tested using the T-test with independent samples test with a significance level of 0.05. The results showed that there was no significant difference in the biometric variables of the three types of bucks, except that the concentration, mass motility and individual motility of PE buck spermatozoa were significantly lower than Boer and Kacang bucks. The head length of the spermatozoa of Kacang, Etawah and Boer was not significantly different. In contrast, the head width of the Boer buck spermatozoa tended to be wider but not significantly different than the Kacang and PE bucks. Meanwhile, the spermatozoa tail length of Boer buck was significantly shorter than the Kacang and PE buck. In conclusion, the spermatozoa of PE and Boer buck sperm were not significantly different. It is recommended that the results be more accurate, measurement of spermatozoa morphometry should be carried out on spermatozoa with the same chromosome, namely X or Y only.

**Keywords:** *Buck, Kacang, Boer, Ettawa, spermatozoa, morphometry*

## PENDAHULUAN

Inseminasi Buatan (IB) adalah salah satu alternatif untuk mempercepat peningkatan mutu genetik dan produktifitas kambing. Aplikasi IB pada kambing belum sepopuler IB pada sapi, disebabkan beberapa kendala yaitu fertilitas kambing yang di IB relatif rendah, salah satu penyebabnya adalah kualitas semen yang digunakan belum optimal. Untuk menghasilkan semen cair atau beku dengan fertilitas tinggi, semua proses mulai dari persiapan pengencer, penilaian semen segar, pengenceran, kemasan dan konsentrasi spermatozoa per dosis IB harus dilakukan dengan tepat.

Keberhasilan inseminasi buatan pada kambing tergantung dari faktor internal dan faktor external. Faktor internal misalnya kesehatan reproduksi kambing yang akan diinseminasi, status nutrisinya, ketepatan waktu inseminasi dan intensitas birahi serta produksi sel telur. Sementara faktor external adalah kualitas semen beku maupun cair, waktu inseminasi setelah terlihat adanya gejala birahi, sinkronisasi estrus, umur semen cair, bahan pengencer semen, konsentrasi spermatozoa, metode inseminasi serta keterampilan inseminator (Kukovics *et al.*, 2011).

Oleh karena itu, tingkat keberhasilan IB merupakan gabungan dari berbagai faktor internal dan eksternal dimana antara satu faktor dengan faktor lainnya saling mendukung dan melengkapi. Pada akhirnya, keunggulan reproduksi ternak jantan bisa diukur dari jumlah betina atau minimal jumlah ovum yang telah dibuahnya serta jumlah anak yang lahir dari ovum yang telah dibuahnya.

Salah satu faktor external yang sering menjadi kendala yang paling signifikan terhadap keberhasilan IB adalah kualitas semen. Setiap jenis ternak memiliki ciri khas karakteristik semennya. Dengan demikian, metode pengolahan semen perlu disesuaikan dengan karakteristik semen setiap jenis ternak. Ternak kambing umpamanya, terdiri dari ratusan jenis dimana setiap jenis memiliki sifat dan karakteristik semen yang berbeda.

Untuk menghasilkan semen cair maupun semen beku maka sifat dan karakteristik semen setiap jenis kambing harus diketahui dengan baik. Oleh karena itu, urgensi penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi karakteristik semen dan biometri spermatozoa beberapa jenis kambing yang sangat diperlukan untuk menjadi acuan dasar proses pengenceran maupun pembekuan semen kambing.

## **MATERI DAN METODE**

### **1. Pengambilan Sampel Semen**

Pengambilan sampel semen dilakukan menggunakan vagina buatan pada tiga lokasi yang berbeda yaitu: 1) Sampel semen kambing Boer diambil di kandang pusat pembibitan kambing Boer “PT. Sedahana Arif Nusa (PT. SAN)” yang terletak di desa Puyung kabupaten Lombok Tengah, 2) Sampel semen kambing PE diambil di Kelompok peternak kambing “Pade makmur” desa Aik Mual, Kecamatan Praya, Lombok Tengah dan 3) Sampel semen kambing kacang diambil dipeternak di lingkungan Batu Ringgit, desa Batu Dawe, Lombok Barat. Pengambilan sampel semen pada setiap jenis ternak kambing dilakukan pada lima ekor kambing jantan atau lima ulangan.

### **2. Evaluasi Biometri Semen**

Evaluasi biometri semen dilakukan sesuai metode yang dijelaskan oleh Ax *et al.* (2008) dan Evans dan Maxwell (1987). Semen dievaluasi secara makroskopis segera setelah penampungan meliputi : warna, volume, konsistensi, keasaman dan mikroskopis meliputi motilitas massa, motilitas individu, viabilitas serta konsentrasi spermatozoa.

### **3. Menyiapkan Preparat untuk Evaluasi Morfometris Spermatozoa**

Evaluasi morfometri spermatozoa dilakukan dengan cara membuat preparat apus dari setiap samel semen. Satu tetes semen segar diencerkan dengan sepuluh tetes larutan NaCl fisiologis 0.9%, selanjutnya satu tetes semen dari campuran tersebut dicampur dengan satu tetes larutan Eosin-Nigrosin (Wonder, Japan) yang sudah dipersiapkan sebelumnya dan dibuat preparat apus. Selanjutnya, preparat apus tersebut diamati menggunakan mikroskop *phase kontras* (CarlZeis, Jerman) yang dilengkapi perangkat lunak AxioCam ERc 5S dengan pembesaran 10 x 40.

Satu slide dipersiapkan untuk setiap ejakulat dan 10 spermatozoa diukur morfometrinya untuk setiap slide, sehingga jumlah sampel spermatozoa untuk setiap jenis ambung adalah 50. Spermatozoa yang diukur morfometrinya diambil secara acak dari spermatozoa yang hidup saja dengan ciri warna transparan atau tidak menyerap warna eosin-nigrosin.

### **4. Cara Mengukur Morfometris Kepala Spermatozoa**

Panjang kepala spermatozoa diukur dengan mengukur garis gradiasi antara titik distal kepala akrosom ke titik distal alas kepala. Lebar kepala ditentukan dengan cara mengukur jarak antara dua titik yang sama di sisi berlawanan dari lebar kepala (Yániz *et al.*, 2005 and Naoman *et al.*, 2006).

### **5. Panjang Ekor**

Panjang ekor dihitung dengan cara mengukur jarak antara pelekatan ekor dengan bagian bawah kepala hingga ujung ekor (Hidalgo *et al.*, 2005 dan Noakes *et l.*, 2001).

### **6. Analisa Statistik.**

Data dianalisis dengan menggunakan metode statistic standar yaitu T-test pada program Exel 2009. Hasilnya dinyatakan sebagai mean  $\pm$  SE.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Biometri semen**

Hasil penilaian makroskopis semen kambing Boer, PE dan Kacang meliputi warna, volume, konsistensi, pH semen dan penilaian mikroskopis seperti konsentrasi, motilitas massa, motilitas individu dan viabilitas spermatozoa, tercantum pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Penilaian Biometri Semen Segar

<b>Parameter</b>	<b>Boer</b>	<b>Peranakan Ettawa</b>	<b>Kacang</b>
Warna	creamy	creamy	creamy
Volume (ml)	1,1±0,5	1,0±0,2	0,7±0,2
Kekentalan	Kental	Kental	Kental
pH semen	6,8±0,2	6,9±0,1	6,9±0,1
Konsentrasi (juta/ml)	3.604±867 <sup>a</sup>	2.660±1.193 <sup>b</sup>	3.556±846 <sup>a</sup>
Motilitas massa	++ s/d +++	++ s/d +++	++ s/d +++
Motilitas Individu	86,00±4,50 <sup>a</sup>	82,60±7,80 <sup>b</sup>	85.00±7,9 <sup>a</sup>
Viabilitas	87,40±4,28 <sup>a</sup>	83,80±7,22 <sup>b</sup>	86,40±7,77 <sup>a</sup>

Volume semen kambing Boer (1,1±0,5 ml) hasil penelitian ini cenderung lebih tinggi dibanding volume semen kambing PE (1,0±0,2 ml) maupun kambing Kacang (0,7±0,2ml). Hal ini mungkin disebabkan kambing Boer yang digunakan pada penelitian ini adalah kambing Boer *full blood* dengan postur badan yang jauh lebih besar dibanding kambing PE maupun kambing Kacang. Toelihere (1993) menjelaskan bahwa, volume semen setiap pejantan berbeda tergantung pada ukuran badan, lingkaran scrotum, umur, kualitas pakan dan frekuensi penampungan. Walaupun demikian, secara umum volume semen tiga jenis kambing hasil penelitian ini dalam kisaran normal yaitu 0,5- 1,5 ml (Wildeus, 1995). Volume semen kambing Boer maupun PE pada penelitian ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan volume semen kambing Boer hasil penelitian yaitu 0,83 ml/ejakulasi, namun lebih rendah dibandingkan penelitian yaitu 1,40 ml.

Tetapi masih dalam kisaran hasil penelitian (Wildeus, 1995) yaitu 0,5- 1,5 ml.

Konsentrasi spermatozoa kambing Boer hasil penelitian ini seperti tercantum pada Tabel 1 yaitu 3.604±867 juta/ml lebih tinggi walaupun tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ) dibandingkan dengan konsentrasi semen kambing Peranakan Ettawa (2.660±1.193 juta/ml) dan kambing Kacang (3.556±846 juta/ml). Hal ini mungkin disebabkan kualitas pakan yang hampir sama yaitu legume dan rerumputan, sehingga didapatkan konsentrasi yang tidak berbeda. Dugaan ini didukung oleh pendapat Hafez (1993) bahwa, status nutrisi dapat mempengaruhi proses spermatogenesis. Konsentrasi spermatozoa pada ketiga bangsa kambing yang didapat dalam penelitian ini masih berada pada kisaran normal yaitu yaitu 2.500 sampai 5.000 juta/ml (Evan dan Maxwell, 1987); 2.000 sampai 6.000 juta/ml (Hafez, 1993) dan 1.500- 4.000 juta/ml. pH semen hasil

penelitian ini baik pada kambing Boer yaitu 6,78, kambing PE 6,92 dan kambing Kacang 6,90 berbeda tetapi perbedaannya tidak nyata ( $P>0,05$ ) dan masih dalam kisaran pH normal. (Susilawati *et al.*, 1993) melaporkan pH semen kambing Boer yaitu 6,2- 6,8. pH semen kambing PE 7,13 (Tambing *et al.*, 2001), 6,60 (Bachtiari, 2013). Sedangkan pH Semen kambing kacang 7 (Enike, 2012) dan 6,4 (Hanum, 2012).

Motilitas massa hasil penelitian ini cukup bagus dimana masing masing jenis kambing memiliki hasil rata-ran ++ s/d +++ . Gelombang yang terlihat berbentuk besar dan bergerak sangat cepat dan padat serta tidak tampak spermatozoa secara individual. Menurut Sumadiasa (2018) Berdasarkan tebal gelombang skor ++ berarti gerakan gelombang sedang dan cukup gesit dimana  $>80\%$ -  $90\%$  spermatozoa bergerak sedangkan +++ berarti gerakan gelombang tebal dan cepat dimana hampir  $100\%$  spermatozoa bergerak.

Penilaian Motilitas Individu menunjukkan angka motilitas spermatozoa yang tinggi berkisar antara  $70\%$ -  $90\%$ . Standar Nasional Indonesia (SNI) menyatakan bahwa minimal motilitas individu semen segar untuk diproses lebih lanjut adalah  $70\%$ .

## 2. Biometri spermatozoa

Biometri spermatozoa kambing PE, Kacang dan Boer seperti dirangkum

pada Tabel 2. Panjang kepala spermatozoa kambing kacang ( $8.48\pm 0.55 \mu\text{m}$ ) adalah yang paling panjang dan secara signifikan ( $P\leq 0.05$ ) lebih panjang dibanding spermatozoa kambing Boer ( $7.97\pm 0.28 \mu\text{m}$ ), tetapi tidak berbeda nyata dibanding dengan panjang kepala spermatozoa kambing PE ( $8.30\pm 0.52 \mu\text{m}$ ).



**Gambar 1.** Mengukur Morfometris Spermatozoa

Panjang kepala spermatozoa kambing hasil penelitian ini relatif lebih tinggi dibanding panjang kepala spermatozoa kambing kacang sebelum diberikan suplemen sari kurma dan relatif sama dengan setelah kambing kacang tersebut diberikan suplemen sari kurma yaitu berturut-turut  $7.64\pm 0.07 \mu\text{m}$  dan  $8.51\pm 0.23 \mu\text{m}$  (Sulhadi, 2018), kecuali panjang kepala spermatozoa kambing Boer relatif lebih pendek dibanding panjang kepala spermatozoa setelah diberikan suplemen. Sementara Wibowo *et al.* (2013) melaporkan, panjang kepala spermatozoa kambing

Etawah dan kacang berturut-turut  $9.50 \pm 0.52 \mu\text{m}$  dan  $9.65 \pm 0.53 \mu\text{m}$ . Secara umum, panjang dan lebar kepala spermatozoa berturut-turut  $8.00-10.00$

$\mu\text{m}$  dan  $4.0-4.5 \mu\text{m}$  (Garner and hafez, 2000),  $7.98 - 8.51 \mu\text{m}$  (Pramesthi *et al.*, 2015).

**Tabel 2.** Panjang kepala, lebar kepala dan panjang ekor kambing Kacang, PE dan Boer

Jenis kambing	Spermatozoa biometri dalam $\mu\text{m}$		
	Panjang Kepala	Lebar Kepala	Panjang Ekor
PE	$8.30 \pm 0.52^{ab}$	$4.46 \pm 0.40^{ab}$	$50.83 \pm 4.39^a$
Kacang	$8.48 \pm 0.55^a$	$4.79 \pm 0.44^a$	$48.86 \pm 4.91^b$
Boer	$7.97 \pm 0.28^c$	$4.44 \pm 0.16^c$	$47.93 \pm 2.05^c$

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $P \leq 0.05$ )

Hasil penelitian ini menunjukkan, kepala spermatozoa yang paling lebar tercatat pada kambing Kacang yaitu  $4.79 \pm 0.44 \mu\text{m}$  atau secara signifikan ( $P \leq 0.05$ ) lebih lebar dibanding lebar kepala spermatozoa kambing Boer ( $4.44 \pm 0.16 \mu\text{m}$ ), tetapi tidak berbeda secara nyata dibanding kambing PE yaitu  $4.46 \pm 0.40 \mu\text{m}$ . Hasil penelitian Wibowo *et al.* (2011) mendapatkan, lebar kepala spermatozoa kambing Etawa  $5.07 \pm 0.36 \mu\text{m}$ , sementara kambing Kacang  $5.05 \pm 0.36 \mu\text{m}$ . Sementara Sulhadi (2018) melaporkan, lebar kepala spermatozoa kambing kacang sebelum diberikan dan sesudah diberikan suplemen sari korma berturut turut  $3.91 \pm 0.18$  dan  $4.70 \pm 0.07 \mu\text{m}$  dan Pramesthi *et al.* (2015) mendapatkan lebar kepala spermatozoa  $3.93 - 4.25 \mu\text{m}$ .

Ekor spermatozoa kambing PE tercatat secara signifikan ( $P \leq 0.05$ ) paling panjang yaitu  $50.83 \pm 4.39 \mu\text{m}$  dibanding kambing Kacang maupun kambing Boer yaitu berturut-turut  $48.86 \pm 4.91 \mu\text{m}$  dan  $47.93 \pm 2.05 \mu\text{m}$ . Ukuran panjang ekor spermatozoa ketiga jenis kambing hasil penelitian ini lebih panjang dibanding panjang ekor spermatozoa kambing kacang baik sebelum maupun sesudah diberikan suplemen sari kurma yaitu berturut-turut  $42.57 \pm 1.48$  dan  $47.89 \pm 0.69 \mu\text{m}$ . Ekor spermatozoa ketiga jenis kambing hasil penelitian ini lebih panjang dibanding ekor spermatozoa kambing kacang baik sebelum dan sesudah diberikan suplemen sari kurma yaitu  $42.57 \pm 1.48 \mu\text{m}$  dan  $47.48 \pm 0.69 \mu\text{m}$  (Sulhadi, 2018).

Ukuran spermatozoa memiliki peran yang sangat penting dalam persaingan antar spermatozoa,

sementara panjang spermatozoa akan memberikan pengaruh terhadap motilitas progresif spermatozoa (Tourmente *et al.*, 2011). Motilitas progresif spermatozoa yang tinggi merupakan salah satu syarat kesuksesan pembuahan atau fertilisasi karena semakin cepat spermatozoa bergerak kedepan semakin cepat sampai ditempat pembuahan. Oleh karena itu, flagella yang lebih panjang akan menghasilkan daya dorong yang tinggi sehingga spermatozoa bisa bergerak lebih cepat untuk mencapai lokasi fertilisasi (Gomendia & Roldan, 2008).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan morfometri spermatozoa diantara 3 jenis kambing. Perbedaan ini mungkin disebabkan karena level kopetisi spermatozoa didalam semen dimana semakin tinggi konsentrasi spermatozoa per satuan volume semen semakin tinggi kompetisi diantara spermatozoa. Semakin tinggi kompetisi, ketersediaan nutrisi akan semakin cepat habis sehingga akan berpengaruh terhadap morfometri spermatozoa.

#### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Terdapat perbedaan biometri semen dan morfometri spermatozoa tiga jenis kambing yaitu kambing PE, kambing Boer dan kambing Kacang. Perbedaan morfometri spermatozoa mungkin disebabkan tingkat persaingan

spermatozoa didalam semen serta perbedaan jenis dan ekspresi gen yang berbeda dari ketiga jenis kambing dalam penelitian ini. Biometri sperma yang dicatat dalam penelitian ini masih berada dalam kisaran nilai fisiologis yang normal. Disarankan supaya hasilnya lebih akurat, pengukuran morfometri spermatozoa hendaknya dilakukan pada spermatozoa dengan kromosom yang sama yaitu X atau Y saja

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terim kasih disampaikan kepada Universitas Mataram yang telah membiayai penelitian ini melalui dana Dipa Unram tahun anggaran 2019/2020.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Ax, R.L., M.R. Dally, B.A. Didion, R.W. Lenz, C.C. Love. D.D. Varner, B. Hafez and M.E. Bellin. 2008. Artificial Insemination. In: *Reproduction In Farm Animal*. E.S.E. Hafez and.
- Bachtiari H.P. 2013. *Kualitas Semen Beku Kambing Peranakan Ettawa Menggunakan Modifikasi Pengencer Tris Soya dan Tris Kuning Telur*. Fakultas Kedokteran Hewan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.



- Enike D.K. 2012. Kualitas Semen Kambing Kacang dengan Lama Simpan yang Berbeda pada Suhu Ruang Menggunakan Pengencer Aminomethan Kuning Telur. Fakultas Peternakan Universitas Kanjuruhan. Malang.
- Evans, G. and W.M.C. Maxwell. 1987. Salomon's Artificial Insemination of Sheep and Bucks. Butterworth, Sydney, NSW, Australia: University Press.
- Garner, D.L., and E.S.E. Hafez. 2008. Spermatozoa and seminal plasma. In: Reproduction in Farm Animal. Hafez, B. And Hafez, E.S.E. 7th ed. Blackwell Publishing. Australia. 96-109.
- Gomendio, M. & E. R. S. Roldan. 2008. Implications of diversity in sperm size and function for sperm competition and fertility. *Int. J. Dev. Biol.* 52: 439-477. <http://dx.doi.org/10.1387/ijdb.082595mg>
- Hafez, E.S.E. 2008. Preservation and Cryopreservation of gametes and Embryos. In: Reproduction in Farm Animals. Hafez, E.S.E. 7th ed. Lippincott Williams and Wilkins. Awollers Kluwer Company. Philadelphia: 431-442.
- Hanum A. N. 2012. Perbandingan Kualitas Semen Kambing Kejobong Dan Kambing Kacang Di Jawa Tengah. Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro. Jawa Tengah.
- Hidalgo M, Rodriguez I, Dorado J, Sanz J, Soler C. Effect of sample size and staining methods on stallion sperm morphometry by the Sperm Class Analyzer. *Vet Med-Czech.* 2005; 50:24-32.
- Kukovics, S., E. Gyoker, T. Nemeth and E. Gergatz. 2011. Artificial insemination of Sheep-Possibilities, Realities and Techniques at the Farm Level. In: Artificial Insemination in Farm Animals. Manafi, M (ed). In Tech. India. A free on line edition at [www.intechopen.com](http://www.intechopen.com). 27-50.
- Naoman UT, Ali AJ, Ibraheem IY. Using of white ginger (*zingiber officinalis*) to improve semen characteristics during storage at 4C. 4th conferences of veterinary medicine collage. Mosul. Iraq. 2006; 2:335-343.
- Noakes DE, Parkinson TJ, England GCW, Arthur GH. Normal reproduction in male animal. In: Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics. Eds. 8th ed, Elsevier Sci Ltd, 2001, 686- 701.
- Pramesthi U, Mulyati S, Sardjito T, Gandul M dan Yuliani A. 2015. Identifikasi kualitas semen dan morfometri spermatozoa kambing Marica sebagai dasar pembuatan semen beku. *Ovozoa* Vol. 4, No. 2, pp. 125-130

- Sulhadi. 2018. Suplementasi sari kurma (Phoenix Dactylifera) pada pejantann kambing Kacang dan pengaruhnya terhadap morfologi dan morfometris spermatozoa. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Mataram.
- Sumadiasa I W. L. 2018. Pengelolaan Semen pada Ternak. Mataram University Press. Mataram.
- Susilawati, T., Suyadi, Nuryadi, N. Isnaini dan S. Wahyuningsih. 1993. Kualitas Semen Sapi Fries Holland dan Sapi Bali pada Berbagai Umur dan Berat Badan. Laporan Penelitian. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Malang
- Tambing, S.N., M.R. Toelihere, T.L. Yusuf dan I.K. Sutama. 2000. Pengeruh gliserol dalam pengencer tris terhadap kualitas semen beku kambing PE. Pusatpenelitian peternakan. Badan penelitian dan pengembangan pertanian. Deptan. Jurnal Ilmu Ternak dan veteriner. 5 (2):
- Toelihere M. R. 1993. Fisiologi Reproduksi pada Ternak. Angkasa Bandung.
- Tourmente, M., M. Gomendio, & E. R. S. Roldan. 2011. Spermcompetition and the evolution of sperm design in mammals. J. Evol. Biol. 11:12 1471-2148.
- Wibowo S. B , E. T. Setiatin, & E. Kurnianto. 2013. The Relationship between Sperm Morphometry and Sperm Competition in Local Bucks of Central Java, Indonesia. Media Peternakan, Vol. 36 No. 3, pp. 179-184
- Wildeus S., 1995. Reproduction management of the meat buck. [Http:// Buck. Clemson. Edu / NC % 20 Handbook/ Reproduction](http://Buck.Clemson.Edu/NC%20Handbook/Reproduction). Html. Diakses pada tanggal 17 Juli 2020
- Yániz JL, Vicente-Fiel S, Capistrós S, Palacín I, Santolaria P. Automatic evaluation of ram sperm morphometry. Theriogenology. 2012; 77:1343-1350.