

## Morfometri Organ Testis dan Epididimis Kerbau Lumpur (*Bubalus bubalis*) Asal Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat

(*TESTICULAR AND EPIDIDYMAL MORPHOMETRY OF SWAMP BUFFALO  
(BUBALUS BUBALIS) OF LOMBOK WEST NUSA TENGGARA ORIGIN*)

Raden Roro Allamanda Ardia Wardana<sup>1</sup>,  
Ni Nyoman Werdi Susari<sup>2</sup>, Luh Gde Sri Surya Heryani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Pendidikan Sarjana Kedokteran Hewan,  
<sup>2</sup>Laboratorium Anatomi dan Embriologi Veteriner,  
Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana,  
Jl. Sudirman, Sanglah, Denpasar, Bali, Indonesia, 80234;  
Telp/Fax: (0361) 223791,  
e-mail: aardia4@gmail.com

### ABSTRAK

Pentingnya peranan kerbau lumpur di Nusa Tenggara Barat menyebabkan keberadaan kerbau lumpur harus ditingkatkan melalui program inseminasi buatan. Organ testis dan epididimis memiliki peranan penting dalam memproduksi spermatozoa yang membantu proses fertilisasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui morfometri organ testis dan epididimis kerbau lumpur. Penelitian ini menggunakan lima sampel organ testis dan epididimis kerbau lumpur asal Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat. Organ testis diukur panjang, lingkar, bobot, dan volume sedangkan epididimis diukur panjang dan lingkar. Panjang dan lingkar organ diukur dengan pita ukur (cm), bobot organ ditimbang dengan timbangan digital (g), dan volume organ diukur dengan gelas ukur (cm<sup>3</sup>). Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil pengukuran testis kiri dan kanan meliputi panjang, lingkar, bobot, dan volume secara berturut-turut yaitu 10,06±3,93 cm; 9,89±4,04 cm; 8,07±1,23 cm; 7,88±1,43 cm; 67,4±8,14 g; 67,19±7,94 g; dan 61±11,4 cm<sup>3</sup>; 58,4±10,52 cm<sup>3</sup> sedangkan panjang dan lingkar organ epididimis kiri dan kanan berturut-turut yaitu 13,29±4,17 cm; 13,21±4,21 cm; 3,30±0,53 cm; dan 3,11±0,50 cm. Ukuran rata-rata morfometri organ testis dan epididimis kerbau lumpur baik kiri maupun kanan tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Kata-kata kunci: kerbau lumpur; morfometri; testis; epididimis; Pulau Lombok; Nusa Tenggara Barat

### ABSTRACT

The importance role of swamp buffalo in West Nusa Tenggara causing the existance of swamp buffalo have be increased by artificial insemination program. Testicular organs and epididymis have an important role in producing spermatozoa that helps the fertilization process. This study aims to determine the morphometry of testis and epididymis organs of swamp buffalo. This study used five organs of testis and epididymis of swamp buffalo from Lombok, West Nusa Tenggara origin. Testis measured in length, circumference, weight, and volume meanwhile epididymis measured by the length and circumference. The length and circumference of the organs were measured by a measuring tape (cm), the weight of the organs were weighed by a digital scale (g), and the volume of the organs was measured by a measuring cup (cm<sup>3</sup>). The results analyzed descriptively and quantitatively. Left and right testicular measurement results include length, circumference, weight, and volume were 10.06±3.93 cm; 9.89±4.04 cm; 8.07±1.23 cm; 7.88±1.43 cm; 67.4±8.14 g; 67.19±7.94 g; and 61±11.4 cm<sup>3</sup>; 58.4±10.52 cm<sup>3</sup> while the length and circumference of the left and right epididymis organs were 13.29±4.17 cm; 13.21±4.21 cm, 3.30±0.53 cm; and 3.11±0.50 cm. The average morphometry size of testis and epididymis organs of swamp buffalo, both left and right, were not significantly different.

Keywords: swamp buffalo; morphometry; testis; epididymis; Lombok Island; West Nusa Tenggara

## PENDAHULUAN

Ternak ruminansia di Indonesia memiliki peranan penting dalam ekonomi peternakan. Kebutuhan penduduk Indonesia akan produksi ruminansia saat ini semakin meningkat baik untuk dikonsumsi ataupun dimanfaatkan tenaganya. Kerbau merupakan salah satu hewan ruminansia yang dapat dimanfaatkan daging dan tenaganya untuk memenuhi kebutuhan penduduk (Anshar, 2013). Populasi kerbau pada tahun 2017 di Indonesia khususnya Provinsi Nusa Tenggara Barat sejumlah 120.072 ekor (Kementerian Pertanian Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2018).

Kerbau lumpur memiliki potensi yang baik untuk meningkatkan ekonomi penduduk dan juga memenuhi kebutuhan penduduk. Peluang ternak kerbau lumpur masih luas, namun untuk meningkatkan potensi ini harus ditunjang dengan peningkatan kualitas maupun kuantitas khususnya di Lombok, Nusa Tenggara Barat. Ternak kerbau sangat berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia (NTB), karena kondisi geografis, ekologi, dan kesuburan lahan di beberapa wilayah Indonesia, memiliki karakteristik yang cocok untuk pengembangan ternak kerbau. Pemanfaatan kerbau di Kabupaten Lombok selain dimanfaatkan untuk konsumsi dan dimanfaatkan tenaganya, kerbau juga memiliki peranan dalam upacara perkawinan. Jenis kerbau yang tersebar di Kabupaten Lombok yaitu jenis kerbau lumpur (Kementerian Pertanian Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2018). Apabila dilihat dari pemanfaatannya, keberadaan kerbau khususnya kerbau lumpur harus ada atau meningkat setiap tahunnya.

Penurunan populasi kerbau dapat disebabkan oleh penambahan populasi yang lambat. Pemotongan hewan tidak seimbang dengan tingkat produktivitasnya mengakibatkan rendahnya produktivitas kerbau disebabkan antara lain oleh angka kelahiran yang rendah dan angka kematian anak pra sapih yang tinggi (Tarmudji, 2003). Penyakit yang menyerang kerbau juga berdampak pada populasi kerbau di Indonesia. Penyakit tersebut dapat berupa penyakit infeksius maupun penyakit non infeksius. Inseminasi Buatan (IB) telah dilaksanakan sebagai upaya untuk meningkatkan serta melestarikan kerbau lumpur. Pelaksanaan IB pada kerbau tingkat keberhasilannya masih sangat rendah (Siregar, 2008). Rendahnya kualitas semen, kesuburan hewan betina, inseminator, dan ketepatan dalam mendeteksi berahi. Khusus pada kerbau, beberapa penelitian menunjukkan bahwa rendahnya keberhasilan IB adalah karena kesulitan dalam mendeteksi puncak berahi akibat intensitas berahi yang rendah. Hambatan-hambatan ini dapat muncul dikarenakan adanya perubahan patologis dari

organ reproduksi tersebut. Keadaan patologi organ reproduksi dapat membuat adanya perubahan morfometri (Situmorang dan Siregar, 1997).

Organ testis dan epididimis memiliki peranan penting dalam memproduksi spermatozoa yang membantu proses fertilisasi. Kuswahyuni (2009) membuktikan bahwa bobot dan diameter testis berpengaruh secara nyata terhadap kualitas spermatozoa dan produksi hormon testosteron, yang selanjutnya menyebabkan infertilitas sedangkan epididimis merupakan berfungsi sebagai tempat pematangan dan penyimpanan spermatozoa sebelum diejakulasikan (Riyadhi *et al.*, 2016). Kurangnya data kerbau lumpur asal Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat khususnya data morfometri organ testis dan epididimis, penelitian ini bertujuan untuk menambah data mengenai morfometri organ testis dan epididimis kerbau lumpur.

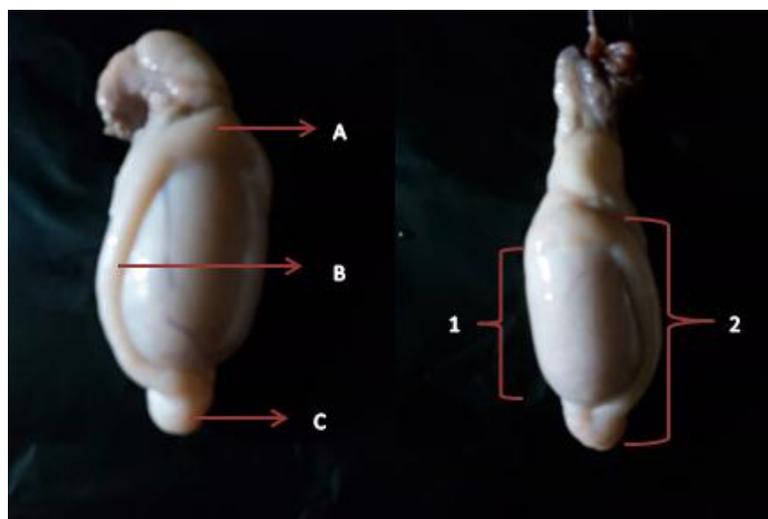
### **METODE PENELITIAN**

Objek penelitian ini menggunakan organ testis dan epididimis kerbau lumpur segar yang berumur dua sampai empat tahun yang berasal dari Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat. Jumlah sampel yang diambil yaitu lima sampel sesuai dengan besaran sampel yang diperkenankan untuk hewan besar (Goh, 2008) dan pengamatan morfometri yang dilakukan dengan mengukur panjang, lingkaran, bobot dan volume organ testis serta panjang dan lingkaran organ epididimis. Pengukuran panjang testis diukur dari *proximal* testis hingga *distal* testis sedangkan organ epididimis diukur dari *caput* epididimis hingga *caudal* epididimis. Lingkaran testis diukur dibagian *median* testis dan lingkaran organ epididimis diukur dibagian *median* epididimis. Pengukuran panjang organ dan lingkaran organ menggunakan pita ukur (cm), bobot organ menggunakan timbangan digital (i2000) (g), dan volume testis diukur dengan gelas ukur yang telah diisi air (cm<sup>3</sup>). Hasil data yang diperoleh disajikan secara deskriptif kuantitatif.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil penelitian diperoleh bentuk testis dari kerbau lumpur asal Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat yang diteliti yaitu oval (Gambar 1). Testis dari kerbau lumpur asal Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat terletak di inguinalis sedangkan epididimis melekat pada testis. Bentuk testis tergantung dari spesies hewan, namun pada umumnya testis berbentuk oval hingga bulat (Karimi *et al.*, 2019). Menurut NseAbasi (2015) bentuk dan konsistensi dari testis mempengaruhi fungsi testis itu sendiri dan juga kualitas semen. Konsistensi testis yang

baik yaitu keras hingga sedikit kenyal, namun testis tersebut tidak terlalu keras ataupun tidak menunjukkan adanya abses atau luka lainnya yang mengindikasikan infertil. Epididimis kerbau lumpur yang berasal dari Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat melekat dengan testis, hal ini sesuai dengan penelitian Oyeyemi *et al.* (2000) yang mengatakan bahwa epididimis menyatu dengan testis di dorsal bagian lateral superfisial dari testis.



Gambar 1. Testis dan epididimis kerbau lumpur asal Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat. Keterangan: 1. Testis; 2. Epididimis. A. Caput Epididimis; B. Corpus Epididimis; C. Cauda Epididimis.

Hasil rata-rata morfometri dan Uji *Paired T-Test* panjang, lingkar, bobot, dan volume organ testis serta panjang, dan lingkar organ epididimis kerbau lumpur yang berasal dari Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat akan diuraikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil rata-rata morfometri dan uji *Paired T-Test* organ testis dan epididimis kerbau lumpur asal Pulau Lombok Nusa Tenggara Barat

	Pengukuran Organ	Rata-rata		Hasil Paired T-Test Signifikansi (P)
		Kiri	Kanan	
Testis	Panjang (cm)	10,06±3,93	9,89±4,04	0,053
	Lingkar (cm)	8,07±1,23	7,88±1,43	0,088
	Bobot (g)	67,4±8,14	67,19±7,94	0,533
	Volume (cm <sup>3</sup> )	61±11,4	58,4±10,52	0,012
Epididimis	Panjang (cm)	13,29±4,17	13,21±4,21	0,064
	Lingkar (cm)	3,30±0,53	3,11±0,50	0,005

Keterangan: Uji Paired T-Test Sig.<0,05 menunjukkan data terdapat perbedaan, sebaliknya Sig.>0,05 menunjukkan data tidak terdapat perbedaan.

Tabel 1 menunjukkan adanya perbedaan rata-rata morfometri organ testis dan epididimis baik kiri dan kanan. Perbedaan ukuran antara testis kiri dan kanan memang sering terjadi seperti penelitian Adhikary *et al.* (2014) pada sapi brahman (*Bos indicus*), Ott *et al.*

(1982) dan Karimi *et al.* (2019) pada domba mendapat hasil bahwa testis sebelah kiri ternyata lebih panjang dibandingkan dengan testis sebelah kanan, hal ini juga terjadi pada penelitian organ testis kerbau lumpur asal Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat. Perbedaan ini dapat terjadi akibat adanya faktor genetik, faktor pakan, faktor manajemen pemeliharaan dan faktor umur (Brito *et al.*, 2002). Pakan memiliki peranan yang penting saat fase perkembangan reproduksi sebelum dewasa apabila pakan yang diberi tidak baik maka perkembangan reproduksi juga tidak optimal (Mentari *et al.*, 2014). Abnormalitas ataupun keadaan patologis juga mempengaruhi ukuran morfometri organ. Menurut penelitian Adeyeye dan Wakkala (2013) abnormalitas seperti *chriptorchidism* pada sapi fulani merah sangat mempengaruhi ukuran morfometri panjang, lingkar dan bobot organ testis dan epididimis.

Hasil dari penelitian menunjukkan organ testis kerbau lumpur asal Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat memiliki panjang rata-rata  $10,06 \pm 3,93$  cm untuk testis kiri dan  $9,89 \pm 4,04$  cm untuk testis kanan. Panjang rata-rata testis pada sapi brahman yang berumur antara dua sampai dua setengah tahun mencapai  $11,37 \pm 0,43$  cm untuk testis kiri dan  $10,97 \pm 0,40$  cm untuk testis kanan sedangkan sapi brahman berumur diatas dua setengah tahun mencapai  $11,93 \pm 9,75$  cm untuk testis kiri dan  $11,76 \pm 9,75$  cm untuk testis kanan (Adhikary *et al.*, 2014). Sapi simental umur kurang dari 36 bulan memiliki panjang rata-rata testis mencapai  $15,35 \pm 2,76$  cm, pada sapi simental umur 36 bulan hingga kurang dari 72 bulan dapat mencapai  $17,86 \pm 1,87$  cm, dan pada sapi simental umur 72 bulan hingga kurang dari 108 bulan memiliki panjang rata-rata testis hingga  $21,82 \pm 5,20$  cm (Wiyanto *et al.*, 2014). Zebu berasal dari Brazil yang digunakan untuk inseminasi buatan memiliki ukuran rata-rata panjang testis mencapai  $120,6 \pm 2,6$  mm untuk zebu berumur 36 bulan dan  $134,7 \pm 2,8$  mm untuk zebu berumur 37 hingga 60 bulan. Kerbau air yang berasal dari India memiliki ukuran rata-rata panjang testis kiri dan kanan secara berturut-turut yaitu  $8,14 \pm 0,18$  cm dan  $7,77 \pm 0,17$  cm (Saurabh *et al.*, 2018). Ukuran rata-rata morfometri lingkar testis kerbau lumpur asal Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat sebelah kiri yaitu  $8,07 \pm 1,23$  cm sedangkan sebelah kanan yaitu  $7,88 \pm 1,43$  cm. Pada sapi bali yang berumur dua setengah sampai tiga tahun memiliki rata-rata lingkar testis yaitu  $24,925 \pm 3,041$  cm (Sahdan, 2016).

Berdasarkan hasil penelitian, kerbau lumpur yang berasal dari Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat memiliki rata-rata bobot testis kiri dan kanan secara berturut-turut yaitu  $67,4 \pm 8,14$  g dan  $67,19 \pm 7,94$  g. Brito *et al.* (2002) menjelaskan bahwa semakin berat bobot testis maka semakin banyak pula spermatozoa yang dihasilkan sebab mengandung lebih

banyak tubulus seminiferus, sel leydig, dan sel sertoli sehingga dapat menghasilkan spermatozoa yang lebih banyak, hal ini didukung dengan penelitian Ibrahim *et al.* (2012) yaitu bobot testis dapat digunakan sebagai indeks kemampuan memproduksi spermatozoa. Sapi gir bobot testis dapat mencapai  $291,2 \pm 35,15$  g (Andreussi *et al.*, 2014) dan pada domba trah balami, uda, dan yankasa memiliki rata-rata bobot testis secara berturut-turut  $318,83 \pm 43,18$  g,  $362,28 \pm 32,09$  g, dan  $262,41 \pm 33,27$  g (Ibrahim *et al.*, 2012). Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume kerbau lumpur asal Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat mencapai  $61 \pm 11,4$  cm<sup>3</sup> untuk testis kiri dan  $58,4 \pm 10,52$  cm<sup>3</sup> untuk testis kanan. Volume testis memiliki peran dalam menentukan aktivitas spermatogenetik pada hewan ternak dewasa sedangkan pada hewan ternak muda untuk menentukan perkembangan pubertas dan terkadang sebagai evaluasi dari abnormalitas pada testis khususnya *criptorchidism* (NseAbasi, 2015). Kerbau air yang berasal dari India memiliki rata-rata volume testis kiri dan kanan secara berturut-turut yaitu  $83,59 \pm 3,67$  cm<sup>3</sup> dan  $73,49 \pm 3,30$  cm<sup>3</sup> (Saurabh *et al.*, 2018). Pada domba trah balami, uda, dan yankasa memiliki rata-rata volume testis berturut-turut yaitu  $153,25 \pm 19,85$  cm<sup>3</sup>,  $171,50 \pm 12,02$  cm<sup>3</sup>, dan  $130,50 \pm 13,43$  cm<sup>3</sup> (Ibrahim *et al.*, 2012). Pada penelitian Kuswahyuni (2009) sapi bangsa simmental, limousine, dan brahman yang ukuran volume testis secara berturut-turut  $1361,71 \pm 338,81$  cm<sup>3</sup>,  $729,93 \pm 165,99$  cm<sup>3</sup>, dan  $451,25 \pm 58,88$  cm<sup>3</sup>. Brito *et al.* (2002) menyatakan bahwa terdapat hubungan antara volume testis dengan volume ejakulat dan jumlah total spermatozoa, namun hubungan volume testis terhadap volume semen sapi pejantan simmental, limousine dan brahman tidak berpengaruh nyata (Kuswahyuni, 2009).

Ukuran panjang epididimis pada kerbau lumpur asal Pulau Lombok Nusa Tenggara Barat yaitu  $13,29 \pm 4,17$  cm untuk epididimis kiri dan  $13,21 \pm 4,21$  cm untuk epididimis kanan, serta ukuran lingkaran epididimis kiri  $3,30 \pm 0,53$  cm dan  $3,11 \pm 0,50$  cm untuk epididimis kanan. Ukuran panjang epididimis pada sapi brahman yaitu  $13,88 \pm 1,05$  cm pada musim tidak kawin. Ukuran panjang epididimis akan semakin panjang ketika memasuki musim kawin hingga mencapai  $16,99 \pm 0,91$  cm karena sel-sel epitel akan membesar disamping itu, pada *caudal* epididimis akan menampung spermatozoa (Arigghi *et al.*, 2010). Ukuran rata-rata panjang epididimis kiri dan kanan pada kerbau air berasal dari India secara berturut-turut yaitu  $14,18 \pm 0,31$  cm dan  $13,21 \pm 0,29$  cm (Saurabh *et al.*, 2018).

Rata-rata morfometri organ testis dan epididimis kerbau lumpur yang berasal dari Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat memiliki koefisien keragaman atau variasi yang tinggi, hal ini disebabkan oleh kelompok umur pada sampel. Menurut Saurabh *et al.* (2018) hasil

variasi ini dipengaruhi oleh umur, genetik atau trah, hingga musim kawin atau tidak kawin. Pada organ testis dan epididimis, tidak ada perbedaan yang signifikan antara rata-rata morfometri panjang, lingkar, bobot dan volume testis kiri maupun testis kanan (Tabel 1), hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan pada hewan ternak lainnya (Salheb *et al.*, 2001; Adhikary *et al.*, 2014; Karimi *et al.*, 2019). Ukuran testis dan epididimis mengalami peningkatan ukuran sesuai bertambahnya umur kerbau, hal ini didukung dengan penelitian Noviana *et al.* (2000) yang menyatakan bahwa ukuran testis dan epididimis akan terus berkembang hingga hewan mencapai dewasa tubuh setelah dewasa tubuh maka perkembangannya akan melambat ataupun dapat mencapai angka tetap sehingga tak berubah.

### **SIMPULAN**

Testis kerbau lumpur asal Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat berbentuk oval dengan epididimis yang melekat pada testis. Ukuran panjang, lingkar, bobot, volume testis kiri dan kanan kerbau lumpur berasal dari Pulau Lombok Nusa Tenggara Barat yang berumur dua sampai empat tahun secara berturut-turut yaitu  $10,06 \pm 3,93$  cm;  $9,89 \pm 4,04$  cm,  $8,07 \pm 1,23$  cm;  $7,88 \pm 1,43$  cm,  $67,4 \pm 8,14$  g,  $67,19 \pm 7,94$  g, dan  $61 \pm 11,4$  cm<sup>3</sup>;  $58,4 \pm 10,52$  cm<sup>3</sup>. Ukuran epididimis kiri dan kanan baik panjang dan lingkar kerbau lumpur secara berturut-turut yaitu  $13,29 \pm 4,17$  cm;  $13,21 \pm 4,21$  cm, dan  $3,30 \pm 0,53$  cm;  $3,11 \pm 0,50$  cm. Ukuran rata-rata morfometri organ testis dan epididimis kerbau lumpur asal Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat baik kiri maupun kanan tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

### **SARAN**

Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai perbandingan morfometri organ testis dan epididimis kerbau lumpur asal Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat pada umur yang homogen untuk mengetahui perbandingan perkembangan ukuran organ testis dan epididimis.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Rumah Potong Hewan di Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat yang telah memfasilitasi proses penelitian, serta pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan jurnal ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adeyeye AA, Wakkala S. 2013. Cryptorchidism among indigenous breeds of bulls in a semi-arid region of Nigeria. *Maedonian Veterinary Review*. 36(2): 123-128.
- Adhikary GN, Rauf SMA, Islam MN, Islam KM, Begum MIA, Bhowmik N. 2014. Morphological Analysis of Testes in Pubertal Bulls (*Bos indicus*) in Bangladesh. *Journal of Chemical, Biological, and Physical Sciences*. 4(4): 3318-3325.
- Andreussi PAT, Costa DS, Faria FJC, Fernandes CAC, Santos MD, Silva JCB. 2014. Testicular Histomorphometric Evaluation of Zebu Bull Breeds. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 57(6): 900-907.
- Anshar M. 2013. Pemetaan Potensi Pengembangan Ternak Kerbau di Selatan. *Jurnal Teknosains*. 7(1): 33-39.
- Arrighi S, Bosi G, Groppetti D, Cremonesi F. 2010. Morpho- and Histometric Evaluations on the Testis and Epididymis in Buffalo Bulls During the Different Reproductive Seasons. *The Open Anatomy Journal*. 2: 29-33.
- Brito LFC, AEDF Silva, LH Rodrigues, FV Vieira, LAG Deragon, JP Kastelic. 2002. Effect of age and genetic group on characteristics of the scrotum, testis and testicular vascular cones and on sperm production and semen quality in AI bulls in Brazil. *Theriogenology* 58: 1175-1186.
- Goh YM. 2008. Experimental Design and Sampel Size Issues in Laboratory Animal Experiments. Department of Veterinary Preclinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine. Universiti Putra Malaysia.
- Ibrahim AA, Aliyu J, Ashiru RM., Jamilu J. 2012. Biometric study of three breeds of sheep in Nigeria. *Internasional Journal Morphology*. 30(4):1597-1603.
- Karimi H, Saraskanroud MR, Koucheh FB. 2019. Influence of Laterality on Testis anatomy and Histology in Ghezel Rams. *Veterinary Medicine and Science*. 5: 151-156
- Kementrian Petanian Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2018. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2018: Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian RI.
- Kuswahyuni IS. 2009. Pengaruh Lingkar Scrotum dan Volume Testis terhadap Volume Semen dan Konsentrasi Sperma Pejantan Simmental, Limousine dan Brahman. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Semarang.
- Mentari FK, Ondho YS, Sutiyono. 2014. Pengaruh Umur Terhadap Ukuran Epididimis, Abnormalitas Spermatozoa Dan Volume Semen Pada Sapi Simmental Di Balai Inseminasi Buatan Ungaran. *Animal Agriculture Journal*. 3(4): 523-528.
- Noviana CAB, T Wresdiyati. 2000. Morphology and histomorphometry of testis and epididymis of kacang goat (*Capra sp*) and local sheep (*Ovis sp*). *Media Veteriner*. 2:12-16.
- NseAbasi NE. 2015. Testicular and Epididymal Morphometric Characteristics: Viable Indicators of Reproductive Ability of Farm Animals. *American Journal of Biomedical Science and Engineering*. 1(4): 39-44.
- Ott RS, Heath EH, Bane. 1982. Abnormal spermatozoa, testicular degeneration, and varicocele in a ram. *American Journal of Veterinary Research*. 43(2):241-245
- Oyeyemi MO, Akusu MO, Ola Davies O. 2000. Effect of successive ejaculation on the spermiogram of West African Dwarf goats (*Capra hircus* L). *Veteriner Archives*. 70(4): 215 - 21.
- Riyadhi M, Budiansa A, Herliani, Rizal M. 2016. Kualitas Spermatozoa Asal Caput, Corpus, dan Cauda Epididimis pada Kerbau Rawa (*bubalus bubalis carabenensis*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*. 3(3): 97-103.

- Sahdan M. 2016. Korelasi Antara Berat Badan Dengan Ukuran Testis Sapi Bali Di Kelompok Ternak Pade Girang Desa Duman Kecamatan Lingsar Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Universitas Mataram*. 2(11): 2-9
- Salheb SA, Zarkawi M, Wardeh MF, Al-Masri MR, Kaseem R. 2001. Development of testicular dimensions and size, and their relationship to age, body weight and parental size in growing Awassi ram lambs. *Small Ruminant Research*. 40(2): 187 – 191.
- Saurabh, Sushant S, Anand K, Shailendra V, Pushkar S, Vijay G. 2018. Study of testicular biometry and its correlation with epididymal seminal attribute in buffalo bulls. *The Pharma Innovation Journal*. 7(6): 251-256
- Siregar TN. 2008. Upaya Meningkatkan Intensitas Berahi Pada Kerbau Dalam Hubungannya Dengan Peningkatan Angka Konsepsi Hasil Inseminasi Buatan. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*. 11(4): 69-74.
- Situmorang P, AR Siregar. 1997. Pengaruh hormon hCG setelah penyuntikan estrumste terhadap kinerja reproduksi kerbau lumpur (*Bubalus bubalis*). *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2(4):213-217.
- Tarmudji. 2003. Beberapa Penyakit Penting pada Kerbau di Indonesia. *Wartazoa*. 13(4):161-171.
- Wiyanto A, Yase Mas IK, Sutiyono B. 2014. Pengaruh Umur Terhadap Ukuran Testis, Volume Semen Dan Abnormalitas Spermatozoa Pada Sapi Simmental Di Balai Inseminasi Buatan Ungaran. *Animal Agriculture Journal*. 3(2): 292-299.