

## MORFOLOGI DAN MORFOMETRI SPERMATOZOA MUSANG LUWAK (*Paradoxurus hermaphroditus*)

### MORPHOLOGY AND MORPHOMETRY OF MUSANG LUWAK (*Paradoxurus hermaphroditus*) SPERMATOZOA

Ragil Angga Prastiya<sup>1</sup>, Diana Santi<sup>2</sup>, Ade Miftakhul Aziz<sup>2</sup>, Hanun Putri Nuraida<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Health and Life Sciences, School of Health and Life Sciences, Universitas Airlangga  
Jalan Mulyorejo, Kampus C Mulyorejo, Surabaya, Indonesia 60115

<sup>2</sup>Mahasiswa, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga  
Jalan Mulyorejo, Kampus C Mulyorejo, Surabaya, Indonesia 60115

E-mail: [ragilap@fkh.unair.ac.id](mailto:ragilap@fkh.unair.ac.id)

(diterima Maret 2022, direvisi November 2022, disetujui Desember 2022)

#### ABSTRAK

Analisis morfologi dan morfometri spermatozoa musang dengan metode pewarnaan khusus Eosin-Nigrosin dapat digunakan untuk mengukur kualitas kesehatan reproduksi musang jantan melalui hasil pengamatan abnormalitas morfologi spermatozoa dan nilai morfometri, serta dapat membantu dalam upaya peningkatan populasi musang. Musang (*Paradoxurus hermaphroditus*) adalah mamalia liar yang diklasifikasikan ke dalam keluarga Viverridae dan termasuk dalam genus *Paradoxurus*. Musang dikategorikan *least concern* berdasar *International Union for Conservation of Nature* (IUCN). Salah satu cara untuk melestarikan musang adalah dengan mempelajari struktur dan fungsi dari organ reproduksi musang jantan, salah satunya melalui pengamatan morfologi dan morfometri spermatozoa. Penelitian ini menggunakan 8 ekor musang jantan yang berusia 1-3 tahun dan dewasa kelamin. Sebanyak 100 sampel spermatozoa diamati kemudian diukur panjang kepala, lebar kepala, perimeter atau lingkaran kepala, luas area, *ellipticity*, *elongation*, *roughness* dan *regularity* nya. Parameter morfologi dijelaskan secara deskriptif dengan melihat morfologi normal dan abnormal dari spermatozoa musang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa spermatozoa musang memiliki panjang kepala  $9,67 \pm 0,60 \mu\text{m}$ , lebar kepala  $4,73 \pm 0,37 \mu\text{m}$ , luas area  $40,51 \pm 4,60 \mu\text{m}^2$ , perimeter atau lingkaran spermatozoa  $22,64 \pm 1,24 \mu\text{m}$ , *ellipticity*  $2,05 \pm 0,017 \mu\text{m}$ , *elongation*  $0,34 \pm 0,04 \mu\text{m}$ , *roughness*  $0,99 \pm 0,07 \mu\text{m}$ , *regularity*  $0,89 \pm 0,07 \mu\text{m}$ , panjang ekor  $62,01 \pm 1,76 \mu\text{m}$ , dan panjang total spermatozoa  $71,68 \pm 1,89 \mu\text{m}$ . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pengamatan morfometri spermatozoa pada musang dapat digunakan sebagai salah satu parameter uji fertilitas musang jantan.

**Kata kunci:** Musang, morfologi, morfometri, spermatozoa, Eosin-Nigrosin.

#### ABSTRACT

Morphological and morphometric analysis of Asian palm civet spermatozoa with the special staining method Eosin-Nigrosin can be used to measure the quality of reproductive health of male Asian palm civet through the observation of spermatozoa morphological abnormalities and morphometric values, and can help in efforts to increase Asian palm civet populations. Asian palm civet (*Paradoxurus hermaphroditus*) is a wild mammal classified into the *Viverridae* family and belongs to the *Paradoxurus* genus. Asian palm civet are categorized as least concerned under the International Union for Conservation of Nature (IUCN). One way to preserve Asian palm civet is to study the structure and function of the reproductive organs of the male, one of which is through observations of the morphology and morphology of spermatozoa. This study used eight male civets that were 1-3 years old and had experienced natural mating. One hundred sperm cells were observed using morphometric parameters, including the length of sperm head, the width of sperm head, the perimeter or circumference of sperm head, the area of sperm, ellipticity, elongation, roughness and regularity. The results of our study indicate that the morphometric values of civet sperm are  $9,67 \pm 0,60 \mu\text{m}$  of sperm head length,  $4,73 \pm 0,37 \mu\text{m}$  head width,  $40,51 \pm 4,60 \mu\text{m}^2$  sperm area, perimeter or circumference of sperm  $22,64 \pm 1,24 \mu\text{m}$ , ellipticity  $2,05 \pm 0,017 \mu\text{m}$ , elongation  $0,34 \pm 0,04 \mu\text{m}$ , roughness  $0,99 \pm 0,07 \mu\text{m}$ , regularity  $0,89 \pm 0,07 \mu\text{m}$ , sperm tail length  $62,01 \pm 1,76 \mu\text{m}$ , sperm length  $71,68 \pm 1,89 \mu\text{m}$ . This study concludes that morphometric observations can be carried out as one of the parameters of male animal fertility tests on civets.

**Keywords:** Asian palm civets, Morphology, Morphometry, Sperm, Eosin-Nigrosin.

#### PENDAHULUAN

Keanekaragaman sumber daya alam di Indonesia terdiri atas sumber daya alam hayati dan sumber daya alam non hayati. Sumber daya alam hayati di Indonesia sangat beranekaragam

jenisnya, hal tersebut dipengaruhi oleh wilayah Indonesia yang berada di wilayah tropis (Aristides *et al.*, 2016). Sebanyak 10% dari jenis satwa di dunia terdapat di Indonesia (Budianto *et al.*, 2020). Masyarakat Indonesia

telah memanfaatkan sejumlah satwa atau fauna salah satunya yaitu musang luwak (*Paradoxurus hermaphroditus*). Musang Luwak telah dimanfaatkan oleh masyarakat di Indonesia untuk menghasilkan kopi luwak (Novelina *et al.*, 2014).

Musang luwak merupakan salah satu jenis mamalia liar yang diklasifikasikan ke dalam family viverridae dan termasuk dalam genus *Paradoxurus* (Novelina *et al.*, 2014). Musang luwak memiliki sebaran geografis yang luas. Persebaran musang luwak terbentang dari Asia Selatan hingga Asia Tenggara. Musang luwak menghabiskan sebagian besar hidupnya di atas pohon (arboreal), bersifat omnivora, nokturnal dan soliter (Vaughan *et al.*, 2000). Area di sekitar anus musang luwak jantan dan betina terdapat kelenjar anal yang dapat mengeluarkan bau yang menyerupai aroma daun pandan (Baker & Kelvin, 2008). Menurut Schipper *et al.*, (2008), *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) menyatakan bahwa, musang luwak merupakan spesies yang masuk dalam kategori *least concern* yang berarti statusnya belum menjadi perhatian karena populasinya dianggap masih banyak walaupun satwa ini banyak diburu untuk dijadikan peliharaan, produksi kopi luwak, serta dikonsumsi.

Pemanfaatan musang luwak di Indonesia adalah sebagai penghasil kopi luwak yang memiliki nilai jual yang tinggi. Kopi luwak dihasilkan dari proses fermentasi biji kopi di saluran pencernaan musang luwak dan dikeluarkan bersama dengan kotoran dalam bentuk biji (Supriatna, 2014). Budidaya musang luwak sebagai penghasil biji kopi luwak belum dilakukan di Indonesia, masyarakat masih menangkap atau memburu langsung musang luwak di hutan untuk dimanfaatkan sebagai

penghasil kopi luwak. Hal ini dapat mengancam jumlah populasi apabila tidak adanya upaya pelestarian musang luwak.

Upaya pelestarian musang luwak merupakan suatu hal yang harus diperhatikan yaitu melalui program konservasi dan peningkatan populasi musang luwak baik dengan perkembangbiakan alami maupun dengan bantuan teknologi reproduksi. Proses perkembangbiakan sangat berhubungan dengan kesehatan reproduksi musang luwak jantan maupun musang luwak betina. Fertilitas reproduksi jantan dapat diketahui dari persentase spermatozoa dengan morfologi normal (Morrell & Martinez, 2009; Maree *et al.*, 2010).

Morfologi spermatozoa menggambarkan bentuk spermatozoa. Spermatozoa terdiri dari bagian kepala, dan ekor yang memiliki ukuran berbeda-beda sesuai dengan spesiesnya (Gage & Freckleton, 2003). Ukuran-ukuran dari setiap bagian spermatozoa tersebut dikenal dengan istilah morfometri spermatozoa. Informasi mengenai morfometri spermatozoa penting untuk diketahui agar dapat membedakan dan mengidentifikasi perbedaan ukuran morfometri spermatozoa setiap spesies (Gizejewski *et al.*, 2002).

Hasil nilai morfometri spermatozoa dapat dijadikan sebagai dasar penentuan jenis kelamin anakan dengan mengamati perbedaan Spermatozoa X dan Y (Kaiin *et al.*, 2017). Menganalisis morfologi dan morfometri spermatozoa musang dengan pewarnaan khusus eosin-nigrosin dapat dijadikan parameter penentu kualitas spermatozoa musang jantan melalui analisa abnormalitas morfologi spermatozoa dan nilai morfometrinya. Penelitian ini dapat dijadikan dasar riset-riset selanjutnya dibidang reproduksi khususnya pada satwa ini.

## METODE PENELITIAN

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan, mulai bulan Oktober-Desember 2020 di Laboratorium Instrumen Kedokteran Hewan SIKIA Universitas Airlangga di Banyuwangi. Musang luwak ini milik komunitas pecinta musang Indonesia yang berlokasi di desa Ketapang, kecamatan Kalipuro, kabupaten Banyuwangi. Musang luwak yang digunakan dalam penelitian ini sejumlah 8 ekor musang luwak jantan, berusia 1 tahun, dewasa kelamin, dan sudah pernah mempunyai keturunan.

### Pemeliharaan Musang Luwak

Musang luwak jantan yang digunakan dalam penelitian ini dipelihara pada kandang individual di paddocks (20x3m) dengan area tertutup (3x3m), sedangkan kandang perkawinan terletak di area tertutup dengan ukuran 3x4m. Musang luwak jantan dipelihara selama 2 bulan untuk diamati waktu kawin. Selama penelitian, musang luwak diberikan pakan buah-buahan dan serangga serta pemberian air minum secara *ad libitum*.

### Penampungan Semen Musang Luwak

Semen diperoleh dengan metode swab vagina musang luwak betina setelah perkawinan. Perkawinan musang luwak dibiarkan secara alami dengan menyatukan betina yang sedang birahi dan pejantan yang telah dewasa kelamin. Selanjutnya, setelah perkawinan telah berlangsung musang luwak betina segera dipisahkan dengan musang luwak jantan. Musang luwak betina disiapkan untuk diambil *sperm plug*-nya dengan dilakukan metode swab vagina. Metode swab dilakukan secepat mungkin setelah proses perkawinan dengan menggunakan *cotton swab* yang diolesi

pelumas *vigel*. Setelah semen didapatkan, selanjutnya hasil akan dimasukkan ke dalam larutan NaCl fisiologis dan dibuat sediaan ulas.

### Pemeriksaan Morfologi dan Morfometri Spermatozoa Musang Luwak

Ejakulat spermatozoa yang telah dikoleksi diambil dan dilakukan apusan pada objek glass (Bjorndahl *et al.*, 2003). Morfologi spermatozoa diamati dengan pewarnaan Eosin-Nigrosin. Spermatozoa yang diamati berwarna merah keunguan seluruhnya dikarenakan spermatozoa telah mati, sehingga zat warna masuk ke dalam membran dan spermatozoa akan terwarnai.

Morfologi spermatozoa dihitung dari 100 spermatozoa menggunakan mikroskop trinokuler Nikon E200 Eclipse dengan perbesaran 400X. Kelainan morfologi kepala diantaranya adalah spermatozoa tanpa kepala (*headless*), kelainan berupa lepasnya kepala dari leher dan ekor (*detached head*), kepala berbentuk seperti buah pir (*pear shaped*), kepala menyempit (*narrow*), kepala kecil (*microcephalus*), kepala besar (*macrocephalus*), kepala membulat (*round head*), kepala ganda (*double head*), dan kelainan pada kontur kepala (*abnormal contour*). Kelainan pada ekor antara lain adalah tanpa ekor (*tailless*), ekor melipat (*bent tail*), ekor menggulung (*coiled tail*), dan ekor menggulung dibawah kepala (*dag defect*). Persentase spermatozoa abnormal adalah jumlah spermatozoa abnormal (kepala dan ekor) dibagi dengan total spermatozoa dikali 100%.

Pengukuran morfometri spermatozoa menggunakan aplikasi NIS Elements D, dengan mengukur dan menghitung panjang kepala spermatozoa ( $L=Length$ ) yaitu menarik garis

**Tabel 1.** Parameter Morfometri.

Variable	Formula
<b>Length (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	L
<b>Width (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	W
<b>Perimeter (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	P
<b>Area (<math>\mu\text{m}^2</math>)</b>	A
<b>Ellipticity</b>	L/W
<b>Elongation</b>	$(L - W)/(L + W)$
<b>Roughness</b>	$4\pi (A/P^2)$
<b>Regularity</b>	$\pi (L*W/4*A)$

Keterangan :

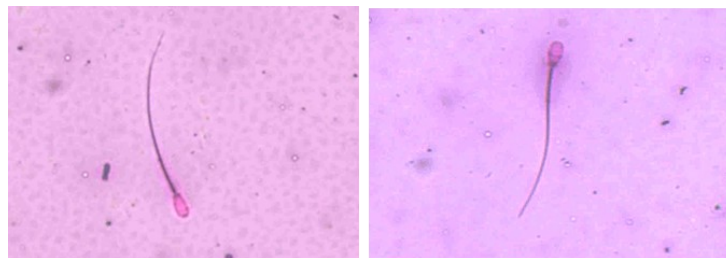
L = Length = Panjang keseluruhan spermatozoa  
 W = Width = Lebar keseluruhan spermatozoa  
 P = Perimeter = Keliling spermatozoa  
 A = Area = Luas area spermatozoa  
 E/W = Ellipticity = Eliptisitas spermatozoa  
 $(L - W)/(L + W)$  = Elongation = Pemanjangan spermatozoa  
 $4\pi (A/P^2)$  = Roughness = Kekasaran permukaan spermatozoa  
 $\pi (L*W/4*A)$  = Regularity = Keteraturan spermatozoa

lurus pada ujung kepala hingga pangkal kepala spermatozoa, lebar kepala spermatozoa ( $W=Width$ ) yaitu dengan menarik garis lurus melintang pada bagian terlebar kepala spermatozoa, perimeter atau keliling (P) spermatozoa dengan rumus  $\frac{1}{2} \times \pi(L + W)$ , luas area spermatozoa (A) yaitu dengan menarik 5 titik melingkari kepala spermatozoa, *Ellipticity* L/W, *Elongation*  $(L-W)/(L+W)$ , *Roughness*  $4\pi(A/P^2)$ , dan *Regularity*  $\pi(L \times W / 4 \times A)$  menggunakan bantuan *microsoft excel*, Panjang ekor spermatozoa dengan menarik garis lurus dari ujung ekor hingga pangkal ekor spermatozoa dan yang terakhir adalah panjang keseluruhan spermatozoa dengan menarik garis lurus dari ujung ekor hingga ujung kepala spermatozoa atau dengan menjumlah nilai panjang kepala dan panjang ekor spermatozoa (Tabel 1).

Persentase spermatozoa normal dan abnormal diberikan tanda yang telah diverifikasi. Pemeriksaan abnormalitas maupun pengukuran spermatozoa dapat dikelompokkan sesuai dengan struktur spermatozoa seperti kepala dan ekor.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi normal spermatozoa musang luwak secara umum hampir sama dengan morfologi spermatozoa hewan karnivora kecil lainnya. yaitu berbentuk oval dengan ujung mengerucut. Kepala spermatozoa tampak berwarna merah muda keunguan dengan pewarnaan Eosin-Nigrosin. Morfologi ekor spermatozoa musang luwak menjuntai panjang dan lurus (Gambar 1). Panjang keseluruhan spermatozoa musang luwak  $71.68 \pm 1.89 \mu\text{m}$ , hampir sama panjangnya



**Gambar 1.** Morfologi normal spermatozoa musang luwak yang diwarnai dengan pewarnaan Eosin-Nigrosin. Perbesaran 400x dengan mikroskop trinokuler Nikon Eclipse E200 dan menggunakan aplikasi NIS Elements D.

dengan spermatozoa serigala biru  $71.95 \pm 1.11 \mu\text{m}$ , dan serigala perak  $71.42 \pm 1.26 \mu\text{m}$ . Panjang ekor spermatozoa musang luwak lebih pendek dibandingkan dengan panjang ekor spermatozoa serigala biru dan serigala perak yang memiliki nilai sebesar  $65.23 \pm 1.02 \mu\text{m}$  dan  $65.09 \pm 1.10 \mu\text{m}$  (Rijsselaere *et al.*, 2004).

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan, ditemukan berbagai kelainan spermatozoa seperti abnormalitas morfologi yang dapat digolongkan menjadi abnormalitas primer dan abnormalitas sekunder. Abnormalitas primer seringkali terjadi akibat adanya gangguan pembentukan spermatozoa (spermatogenesis) dan selama proses pematangan di epididimis serta dari kerusakan yang timbul akibat pengumpulan dan evaluasi semen (Wurlina, *et al.*, 2020). Abnormalitas primer yang ditemukan dalam penelitian ini berupa spermatozoa yang tidak memiliki kepala (*headless*), kelainan berupa patah atau lepasnya kepala dari bagian leher dan ekor (*detached head*). Kelainan tersebut dapat disebabkan oleh degenerasi testis atau peradangan pada ampula dan epididimis, hipoplasia testicular, dan faktor genetik (McGowan *et al.*, 1995, Prastiya *et al.*, 2021). Faktor mekanik akibat metode swab vagina dapat mengakibatkan putusnya kepala spermatozoa. Kepala spermatozoa berbentuk seperti buah pear juga ditemukan pada pengamatan morfologi spermatozoa musang luwak. Menurut Patwaman dkk. (2020), kelainan atau abnormalitas kepala spermatozoa yang berbentuk seperti buah pir (*pear shaped*) diakibatkan oleh akrosom yang terisi penuh oleh kromatin hingga membesar dan bagian post akrosom menjadi sempit. Kelainan bentuk kepala seperti buah pear ini

merupakan kelainan yang bersifat genetic dan dalam jumlah tinggi dapat menurunkan fertilitas (Chenoweth, 2005).

Abnormalitas sekunder spermatozoa musang luwak yang diperoleh dari penelitian ini yaitu *dag defect*, dan *coiled tail*. *Dag defect* atau ekor spermatozoa yang terputus memiliki panjang sebesar  $61.58 \mu\text{m}$  *Dag defect* yang melebihi 50% akan mempengaruhi atau dapat menimbulkan gangguan fertilitas (Chenoweth, 2005). *Coiled tail* atau ekor spermatozoa yang menggulung memiliki panjang sebesar  $23.24 \mu\text{m}$ . Perbedaan antara panjang ekor spermatozoa normal, *dag defect* dan *coiled tail* pada penelitian ini adalah ekor spermatozoa normal memiliki ekor yang lebih panjang dibandingkan sperma dengan *dag defect* dan *coiled tail*.

Spermatozoa yang memiliki struktur morfologi abnormal dapat mengganggu proses fertilisasi dikarenakan spermatozoa tidak dapat mencapai oosit karena gerakannya terhambat (Tasdemir *et al.*, 2002; Prastiya *et al.*, 2021; Saputro, dkk. 2016). Abnormalitas morfologi spermatozoa musang yaitu sebanyak 2,16%, sedangkan 97,84% sisanya normal. Menurut Ihsan (2009), abnormalitas spermatozoa tidak boleh lebih dari 20% dan jika abnormalitas spermatozoa lebih dari 20% dapat menurunkan fertilitas. Persentase abnormalitas morfologi spermatozoa musang luwak dalam penelitian ini berada di bawah angka 20% yang berarti dapat dikategorikan sebagai pejantan yang layak dan memiliki kualitas spermatozoa yang baik (Tabel 2, 3, Gambar 2).

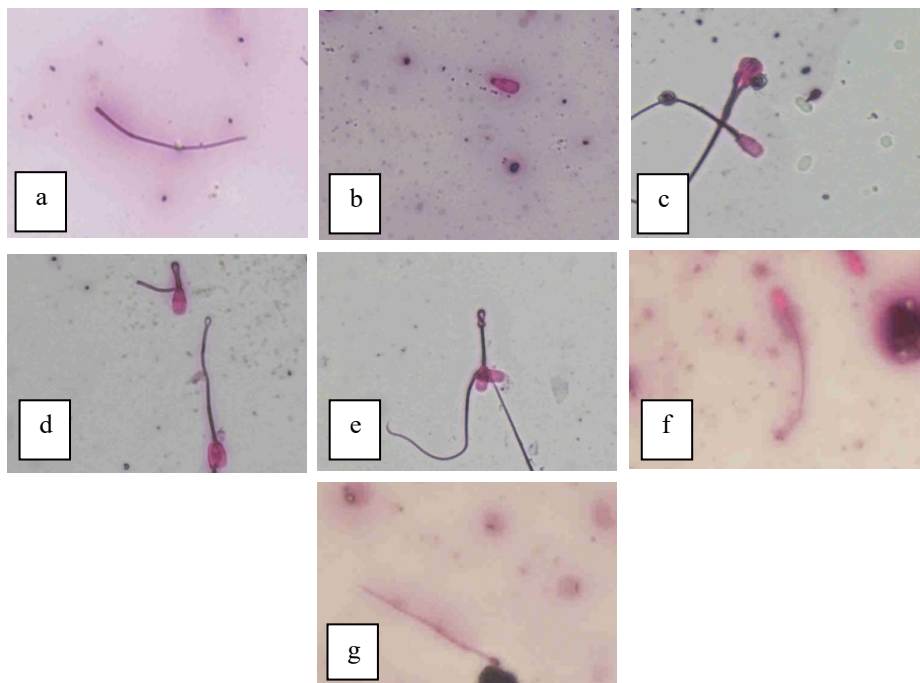
Selain mengetahui tingkat kesuburan, morfologi dan morfometri spermatozoa juga dapat digunakan untuk identifikasi spesies.

**Tabel 2.** Persentase Abnormalitas Spermatozoa Musang Luwak.

Rata-rata Morfologi Spermatozoa (%)									
	Normal								Abnormal
	97.84%								2.16 %
Jenis Abnormalitas	Musang Luwak Jantan								Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>Pear shaped</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0,13
<i>Headless</i>	0.00	1,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,00	0,26
<i>Detached head</i>	0.00	1,00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0,00	0,38
<i>Microcephalus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,00	0,13
<i>Macrocephalus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0,00	0.13
<i>Dag defect</i>	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0,00	0.50
<i>Coiled Tail</i>	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0,00	0.63
<b>Total</b>									<b>2.16</b>

Setiap hewan memiliki nilai morfometri kepala dan ekor yang berbeda-beda (Gage & Frecklenton, 2003). Ukuran dari kepala, bagian tengah (*midpiece*), dan ekor dijadikan parameter untuk mengidentifikasi spesies (Czubaszek *et al.*, 2019). Morfometri spermatozoa juga dapat dijadikan sebagai salah satu metode untuk mengidentifikasi spermatozoa dengan

kromosom X dan Y, yaitu dengan mengamati ukuran kepala spermatozoa (Kaiin *et al.*, 2017). Solihati *et al.*, (2017) menyatakan bahwa spermatozoa pembawa kromosom Y memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan spermatozoa yang membawa kromosom X. (Bjorndahlet *et al.*, 2003., Roy *et al.*, 2008, Kondracki *et al.*, 2005).



**Gambar 2.** a. *Headless* (spermatozoa tanpa kepala), b. *Detached head* (kepala spermatozoa terlepas), c. *Pear shaped* (kepala spermatozoa seperti buah pir, d. *Dag defect* (spermatozoa ekor terlipat, melingkar dan patah), e. *Coiled tail* (spermatozoa ekor menggulung), f. *Macrocephalus* (kepala spermatozoa membesar), g. *Microcephalus* (kepala spermatozoa mengecil).

**Tabel 3.** Morfometri Spermatozoa Musang Luwak (Rata-rata dan Standar deviasi).

Jumlah Penampungan Semen Musang	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	Total	
Jumlah Sel Pengamatan	13	13	13	13	13	13	13	9	100	
Hasil Pengamatan (Rata-rata ± Standar deviasi)	<b>L kepala/μm</b>	9.99 ± 0.74	9.60 ± 0.56	9.60 ± 0.64	10.02 ± 0.60	9.61 ± 0.40	9.60 ± 0.68	9.44 ± 0.46	9.40 ± 0.38	<b>9.67 ± 0.60</b>
	<b>W kepala/μm</b>	4.93 ± 0.38	4.97 ± 0.38	4.67 ± 0.24	4.74 ± 0.40	4.68 ± 0.36	4.75 ± 0.39	4.58 ± 0.35	4.48 ± 0.24	<b>4.73 ± 0.37</b>
	<b>A/μm<sup>2</sup></b>	44.96 ± 4.43	42.87 ± 2.54	41.20 ± 4.24	41.55 ± 3.99	22.45 ± 0.70	39.55 ± 5.14	36.90 ± 4.35	36.44 ± 2.49	<b>40.51 ± 4.60</b>
	<b>P/μm</b>	23.45 ± 1.41	22.90 ± 2.54	22.46 ± 1.04	23.20 ± 1.31	22.45 ± 0.73	22.54 ± 1.61	22.03 ± 0.96	21.80 ± 0.74	<b>22.64 ± 1.24</b>
	<b>Ellipticity</b>	2.04 ± 0.22	1.94 ± 0.15	2.06 ± 0.18	2.13 ± 0.18	2.06 ± 0.19	2.03 ± 0.09	2.07 ± 0.19	2.10 ± 0.14	<b>2.05 ± 0.17</b>
	<b>Elongation</b>	0.34 ± 0.04	0.33 ± 0.04	0.35 ± 0.04	0.36 ± 0.04	0.35 ± 0.04	0.34 ± 0.02	0.35 ± 0.04	0.35 ± 0.03	<b>0.34 ± 0.04</b>
	<b>Roughness</b>	1.03 ± 0.07	1.03 ± 0.06	1.03 ± 0.09	0.97 ± 0.05	0.98 ± 0.08	0.98 ± 0.06	0.95 ± 0.06	0.96 ± 0.05	<b>0.99 ± 0.07</b>
	<b>Regularity</b>	0.86 ± 0.06	0.87 ± 0.06	0.86 ± 0.07	0.99 ± 0.06	0.90 ± 0.08	0.91 ± 0.06	0.92 ± 0.07	0.91 ± 0.05	<b>0.89 ± 0.07</b>
	<b>L Ekor/μm</b>	63.21 ± 1.86	63.02 ± 0.80	61.76 ± 1.42	62.50 ± 1.96	61.05 ± 1.71	61.84 ± 1.53	61.43 ± 1.99	60.97 ± 1.39	<b>62.01 ± 1.76</b>
	<b>L Total/μm</b>	73.21 ± 2.04	72.62 ± 0.77	72.14 ± 1.57	72.52 ± 1.86	70.66 ± 1.89	71.44 ± 1.60	70.87 ± 2.03	70.37 ± 1.15	<b>71.68 ± 1.89</b>

Keterangan :  
 M = Musang Luwak Jantan  
 L = Panjang  
 W = Lebar  
 A = Luas area  
 P = Keliling

Thurston *et al.* (2001) menyatakan bahwa bentuk kepala spermatozoa dipengaruhi oleh faktor genetik. Spermatozoa dengan kepala yang tidak normal dihubungkan dengan adanya gangguan kondensasi kromatin (Pena *et al.*, 2005). Penentuan struktur morfologi kepala spermatozoa menjadi sangat penting, karena dari bentuk dan ukurannya merupakan kriteria dalam menggolongkan spermatozoa yang normal dan abnormal (Czubaszek *et al.*, 2019). Ukuran kepala spermatozoa dapat mempengaruhi kapasitas pembuahan, selain itu spermatozoa yang memiliki ekor lebih panjang akan berpotensi besar dalam proses pembuahan, hal ini dikarenakan spermatozoa tersebut memiliki motilitas yang tinggi (Gontarz *et al.*, 2016).

Menurut Czubaszek *et al.*, (2019) eliptisitas dapat membedakan kepala spermatozoa yang tipis dan berbentuk kerucut

menunjukkan kepala spermatozoa yang lebih tipis dan elongasi dapat menentukan derajat kebulatan kepala spermatozoa, jika nilainya nol maka kepala spermatozoa berbentuk bulat, sedangkan untuk kekasaran kepala spermatozoa dapat mengidentifikasi kepala spermatozoa dengan permukaan membrane sel yang tidak rata, nilai yang lebih rendah berarti menunjukkan permukaan yang lebih kasar. Keteraturan dapat mengidentifikasi bentuk asli kepala spermatozoa dan kepala spermatozoa berbentuk seperti buah pir (Maree *et al.*, 2010). Menurut Fitzpatrick (2009), nilai morfometri spermatozoa yang paling banyak berbeda salah satunya adalah panjang ekor spermatozoa. Spermatozoa yang memiliki ekor lebih panjang akan dapat meningkatkan daya dorong atau tingkat motilitas spermatozoa (Tourmente *et al.*, 2011).

## KESIMPULAN

Morfologi kepala spermatozoa musang luwak berbentuk oval mengerucut dengan pewarnaan Eosin-Nigrosin, kepala spermatozoa berwarna merah muda keunguan. Berdasarkan data pengukuran morfometri spermatozoa musang luwak yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa data tersebut memiliki nilai yang seragam dari seluruh populasi sampel yang digunakan atau tidak berbeda jauh antar sampel yang diperiksa.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti berterimakasih kepada Universitas Airlangga dan Komunitas Mulowangi (Musang Lovers Banyuwangi) yang telah memberikan kesempatan memanfaatkan musang dan peralatan dan laboratorium untuk menyelesaikan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifiantini, R. I., Wresdiyati, T., & Retnani, E. F. (2006). Kaji Banding Morfometri Spermatozoa Sapi Bali (*Bos sondaicus*) Menggunakan Pewarnaan Williams, Eosin, Eosin Nigrosin dan Formol-Saline. *Jurnal Sains Veteriner*, 24(1), 65-70.
- Aristides, Y., Agus, P., & Adji, S. (2016). Perlindungan Satwa Langka di Indonesia Dari Perspektif Convention On International Trade In Endangered Species Of Flora And Fauna (CITES). *Diponegoro Law Journal*, 5(4), 1-17.
- Axner, E. & Linde-Forsberg, C. (2002). Semen Collection and Assessment, and Artificial Insemination in The Cat. *International Veterinary Information Service*. 132.
- Baker, N. & Kelvin, L. (2008). *Wild Animals of Singapore: A Photographic Guide to Mammals, Reptiles, Amphibians, and Freshwater Fishes*. Singapura: Vertebrate Study Group.
- Banaszewska, D., Andraszek, K., Czubaszek, M., Biesiada-Drzazga, B. (2015). The Effect Of Selected Staining Techniques On Bull Sperm Morphometry. *Animal reproduction science*, 159, 17-24.
- Bjorndahl, L., Soderlund, I., & Kvist, U. (2003). Evaluation of The One Step Eosin-Nigrosin Staining Technique For Human Sperm Vitality Assessment. *Human reproduction*, 18(4), 813-816.
- Budianto, I. L., Waluyanto, H. D., & Zacky, A. (2020). Perancangan Artbook Untuk Meningkatkan Awareness Masyarakat Terhadap Kelangkaan Fauna Indonesia. *Jurnal DKV Adiwarna*, 16, 1-11
- Chenoweth, P. J. (2005). Genetic Sperm Defect. *Theriogenology*, 64, 457-468.
- Czubaszek, M., Andraszek, K., Banaszewska, D., & Walczak-Jędrzejowska, R. (2019). The Effect Of The Staining Technique On Morphological And Morphometric Parameters Of Boar Sperm. *Plos One*, 14 (3), 1-17
- Fitzpatrick, J., Montgomerie, R., Desjardins, J. K., Stiver, K. A., Kolm, N., & Balshine, S. (2009). Female promiscuity promotes the evolution of faster sperm in cichlid fishes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, 1128-1132.
- Gage, M. J. G. & Freckleton, R. P. (2003). Relative Testis Size And Sperm Morphometry Across Mammals: No Evidence For An Association Between Sperm Competition And Sperm Length. *Proceedings of the Royal Society B*, 270, 625-632.
- Gizejewski, Z., Marta, W., & Jolanta, P.



- (2002). Seasonal Changes in The Dimensions of Red Deer (*Cervus elaphus*) Spermatozoa. M. Polish Academy of Sciences. Research Station for Ecological Agriculture and Preserve Animal Breeding. Poland.
- Gontarz, A., Banaszewska, D., Gryzińska, M., & Andraszek, K. (2016). Differences In Drone Sperm Morphometry And Activity At The Beginning And End of The Season. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 40, 1511-1526.
- Ihsan, N. M. (2009). Bioteknologi Reproduksi Ternak. Universitas Brawijaya. Malang.
- Kaiin, E. M., Gunawan, M., & Maulana, T. (2017). Morphometry and Abnormality Evaluation of Sex-Sorted Sperm of Spotted Buffalo (*Tedong bonga*). *Nusantara Bioscience*, 9(2), 175-180.
- Kondracki, S., Banaszewska, D., & Mielnicka, C. (2005). The Effect of Age On The Morphometric Sperm Traits Of Domestic Pigs (*Sus scrofa domestica*). *Cellular & Molecular Biology Letters*, 10(1), 3-13.
- Maree, L., Du Plessis, S. S., Menkveld, R., & Van der Horst, G. (2010). Morphometric Dimensions Of The Human Sperm Head Depend On The Staining Method Used. *Human Reproduction*, 25(6), 1369-1382.
- McGowan, M., Galloway, D., Taylor, Entwistle, P., & Johnston, P. (1995). Veterinarians Examination of Bulls. Queensland: Australia Association of Cattle Veterinarians.
- Morrell, J. M. & Martinez, H. R. (2009). Biomimetic Techniques For Improving Sperm Quality In Animal Breeding: A Review. *The Open Andrology Journal*, 1, 1-9.
- Natalia, F., Sardjito, T., Adikara, R. T. S., Utama, S., Warsito, S. H. & Srianto, P. (2016). Kajian Morfometri Spermatozoa Terejakulasi Sugar Glider (*Petaurus breviceps papuanus*). *Ovozoa*, 5(1), 9-12.
- Novelina, S., Shandy, M. P., Chairun, N. & Heru, S. (2014). Tinjauan Makroskopik Organ Reproduksi Jantan Musang Luwak (*Paradoxurus hermaphroditus*). *Acta Veterinaria Indonesiana*, 2(1), 26-30.
- Patmawan, E. F., Gaina, C. D. & Foeh, N. D. (2020). Morfologi Abnormalitas Spermatozoa Babi Landrace Dan Babi Duroc dengan Pewarnaan Carbofuchsin. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 3(2), 113-119.
- Pena, F. J., Saravia, F., Garcia, H. M., Nunez, M. I., Tapia, J. A. & Johannisson, A. (2005). Identification of Sperm Morphometric Subpopulations In Two Different Portions Of The Boar Ejaculate And Its Relation To Post Thaw Quality. *Journal of Andrology*, 26, 716-723.
- Prastiya, R. A., Prastika, Z. & Andriyani, A. (2021). Quality and morphometric characters of spermatozoa in two native bull (Pesisir and Rambon) in Indonesia. *AIP Publishing LLC Conference Proceedings*, 2353(1), 030029.
- Prastiya, R. A., Rimayanti, Munir, M. M. & Nugroho, A. P. (2021). The Protective Impacts of  $\alpha$ -tocopherol Supplementation on the Semen Quality of Sapera Goat Preserved at 4°C. *Tropical Animal Science Journal*, 44(3), 261-266.
- Putri, R. D. A., Gunawan, M. & Kaiin, E. M.

- (2015). Evaluation of quality sexing sperm Friesian Holstein (FH) post thawing. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1 (8), 2057-2061.
- Rahmawati, E. (2007). *Pemanfaatan Teknologi Informasi (TI) untuk pengukuran Luas Permukaan Kepala Sel Spermatozoa Domba*. Surabaya: Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga.
- Rijsselaere, T., Van Soom, A., Hoflack, G., Meas, D. & De Kruijff, A. (2004). Automated Sperm Morphometry and Morphology Analysis of Canine By The Hamilton-Thorne Analyser. *Theriogenology*, 62, 1292-1306.
- Roy, S. C. & Atreja, S. K. (2008). Effect of Reactive Oxygen Species on Capacitation and Associated Protein Tyrosine Phosphorylation in Buffalo (*Bubalus bubalis*) Spermatozoa. *Animal reproduction science*, 107(1-2), 68-84.
- Saputro, A. L., Hermadi, H. A. & Sosiawati, S. M. (2016). Kualitas Spermatozoa Domba Merino pada Sisi Anoda Hasil Pemisahan dengan Teknik ESS (Electric Separating Sperm). *Veterinaria Medika*, 9(3), 65.
- Schipper, J., Hoffmann, M., Duckworth, J. W. & Conroy, J. (2008). The 2008 IUCN Red Listings Of The World's Small Carnivores. *Small Carnivore Conservation*, 39, 29-34.
- Solihati, N. (2017). Evaluation The Natural Proportion Of XY Chromosome Bearing Sperm Of West Java Local Ram Using Morfometric Methode. *International Seminar on Tropical Animal Production (ISTAP)*, 782-787.
- Supriatna, S. & Mimin, A. (2014). Analisis Strategi Pengembangan Usaha Kopi Luwak (Studi Kasus UMKM Careuh Coffee Rancabali-Ciwidey, Bandung). *Jurnal Manajemen dan Organisasi*, 5 (2), 227-243.
- Tasdemir, I., Tasdemir, M., Tavukcuoglu, S., Kahraman, S. & Biberoglu, K. (2002). Effect of Abnormal Sperm Head Morphology On The Outcome Of Intracytoplasmic Sperm Injection In Humans. *Human Reproduction*, 12, 1214-1217.
- Tethool, A. N. & Purwaningsih. (2019). Efek Pemberian Ekstrak Kayu Akway (*Drymis sp.*) terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit (*Mus musculus L.*). *Jurnal Ilmu Peternakan Dan Veteriner Tropis*, 9(1), 24-31.
- Thurston, L. M., Watson, P. F., Mileham, A. J. & Holt, W. V. (2001). Morphologically Distinct Sperm Subpopulations Defined By Fourier Shape Descriptors In Fresh Ejaculates Correlate with Variation in Boar Semen Quality Following Cryopreservation. *Journal of Andrology*, 22, 382-394.
- Tourmente, M., Gomendio, M. & Roldan, E. R. S. (2011). Sperm Competition and The Evolution of Sperm Design in Mammals. *BMC Evolutionary Biology*, 11(12), 1-10.
- Vaughan, T. A., Ryan, J. M. & Czaplewski, N. J. (2000). Mammalogy. 4th Ed. *Journal of Mammalogy*, 81, 916-920.
- Wurlina, W., Hariadi, M., Susilowati, S. & Meles, D. K. (2020). The effect of crude guava leaf tannins on motility, viability, and intact plasma membrane of stored spermatozoa of Etawa crossbred goats. *Veterinary world*, 13(3), 530-535.