

MIKROMORFOLOGI ALAT KELAMIN PRIMER BIAWAK AIR (*Varanus salvator bivittatus*) JANTAN

Micromorphological Structure of Primary Reproductive Organ of Male Water Monitor Lizard (Varanus salvator bivittatus)

Mahfud¹, Adi Winarto², dan Chairun Nisa^{1,2}

¹Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Kupang, Kupang

²Bagian Anatomi, Histologi, dan Embriologi Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor, Bogor

E-mail: mahfud.aph@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui struktur histologis testis, *ductus epididymis*, dan *ductus deferens* biawak air (*Varanus salvator bivittatus*). Sampel jaringan dibuat sediaan histologis disayat dengan ketebalan 3-4 µm, diwarnai dengan hematoksin eosin (HE) dan Masson's Trichrome (MT). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa testis dari luar dibungkus oleh *tunica vaginalis* dan *tunica albuginea* (*tunica fibrosa* dan *tunica vasculosa*). *Tunica albuginea* menjulur ke dalam berupa septum dan membagi testis dalam lobulus-lobulus. Di dalam lobulus terdapat *parenchyma* yakni *tubulus seminiferous*. *Tubulus seminiferous* disusun oleh epitel germinal berlapis, berisi spermatogonia, sel Sertoli, spermatosit, dan spermatid yang kemudian berkembang menjadi spermatozoa. Di antara *tubulus seminiferous*, terdapat kelompok sel epiteloid, yaitu sel-sel interstitial (Leydig). Ujung *tubulus seminiferous* selanjutnya membentuk *ductus epididymidis* dan keluar sebagai *ductus deferens*. Hasil pengamatan potongan melintang *ductus epididymidis* menunjukkan adanya lapisan jaringan ikat padat yang membungkus *epididymis*. *Ductus epididymidis* terbagi atas tiga bagian, yaitu: *cranial*, *medial*, dan *caudal*. *Ductus epididymidis* disusun oleh epitel silindris banyak baris dengan ketebalan, jumlah dan diameter lumen *ductus* yang bervariasi. Dinding *ductus deferens* dilapisi oleh otot polos sirkular. Epitel permukaan lumen *ductus deferens* disusun oleh epitel kolumnar kompleks bersilia.

Kata kunci: *Varanus salvator bivittatus*, testis, *ductus epididymidis*, *ductus deferens*, mikromorfologi

ABSTRACT

The study aims to determine the histological structure of the testes, *ductus epididymidis* and *ductus deferens* of *Varanus salvator bivittatus*. The tissue samples were obtained by the histological techniques preparation with thickness section is 3-4 µm then stained using hematoxylin-eosin (HE) and Masson's Trichrome (MT). The result showed that testes are covered by *tunica vaginalis* and *tunica albuginea* (*tunica fibrous* and *tunica vasculosa*). *Tubulus seminiferous* as a *parenchyma* are found in lobules of testes which are formed by septum as extension of *tunica albuginea*. *Tubulus seminiferous* is composed by layers of germinal epithelium cells consist of spermatogonia, Sertoli cell, spermatocyte and spermatid which is developed further to be spermatozoa in the lumen of tubulus. Among the *tubulus seminiferous*, there are groups of epithelioid cells called Leydig cells. The end of *tubulus seminiferous* formed *ductus epididymidis* which then ended up and known as *ductus deferens*. *Epididymis* is covered by dense connective tissue. *Ductus epididymidis* is divided into three segments: *cranial*, *medial* and *caudal*. It is lined by pseudostratified columnar epithelium which is varied in its thickness, amount and diameter of lumen. Lumen of the *ductus deferens* was lined by pseudostratified ciliated columnar epithelium and thin muscularis mucosal layer and thick circular smooth muscle were covered externally.

Key words: *Varanus salvator bivittatus*, testes, *ductus epididymidis*, *ductus deferens*, micromorphology

PENDAHULUAN

Varanidae yang dikenal dengan nama biawak, sering dijumpai, baik di alam maupun di kebun binatang. Jenis Biawak yang paling mudah ditemukan adalah *V. salvator* karena penyebarannya yang luas dari Asia Selatan sampai Asia Tenggara termasuk Indonesia. Di Indonesia penyebaran biawak ini juga hampir menyebar di seluruh wilayah kepulauan Indonesia, mulai dari Sumatera, Jawa, Sulawesi, Maluku (del Canto, 2007) dan Flores (Shine *et al.*, 1996), sehingga banyak masyarakat Indonesia yang memanfaatkan hewan ini untuk kepentingan komersial (Mardiastuti dan Soehartono, 2003).

Penyebaran yang hampir merata di seluruh Indonesia berbeda di setiap wilayah berdasarkan subspecies. Khusus subspecies *Varanus salvator bivittatus* hanya ditemukan di Pulau Jawa (Del Canto, 2007), Bali, dan Nusa Tenggara (kecuali pulau Timor) (Shine *et al.*, 1996). Di pulau Jawa, perburuan hewan ini sering dilakukan karena sudah merupakan salah satu mata pencaharian masyarakat. Hal ini dapat

menyebabkan penurunan populasi hewan ini hingga mendekati langka (Shine *et al.*, 1996; Gumilang *et al.*, 2003).

Penelitian terhadap aspek biologi reproduksi *V. salvator* khususnya pada biawak jantan masih sedikit dilaporkan. Pada umumnya penelitian yang dilakukan masih terbatas pada penelitian ekologi (Gaulke, 1992; Gumilang *et al.*, 2003; De Lisle, 2007), morfologi tubuh (Koch *et al.*, 2007), dan *commercial harvesting* (Shine *et al.*, 1996; Shine *et al.*, 1998; Mardiastuti dan Soehartono, 2003). Khusus untuk penelitian morfologi cenderung ke reptil jenis lain, misalnya pada *Phrynos geoffroanus* (Cabral *et al.*, 2011), ular *Seminatrix pygaea* (Sever, 2004), ular *Bittis arietans arietans* (Karim, 1998), ular *Crotalus durissus terrificus* (Porto, 2013), *Varanus marmoratus* (Prades, 2013).

Secara umum, sistem reproduksi jantan terdiri dari sepasang testis, saluran reproduksi, dan kelenjar aksesori (Eroschenko, 2008). Testis berfungsi memproduksi sel sperma dan sekresi hormon. Selama musim kawin, sel germinal primordial dalam testis

memulai proses spermatogenesis, dan sel germinal yang terseleksi akhirnya menjadi spermatozoa. Spermatogenesis melibatkan mitosis dan pembelahan meiosis, serta reorganisasi sitoplasma (Kardong, 2008). Perkembangan sel spermatogenik terjadi di dalam epitel *tubulus seminiferous* testis. Tipe sel spermatogenik yang dapat diamati secara histologis, misalnya, spermatogonia, spermatosit, dan spermatid (Bacha dan Bacha, 2000).

Dari testis, sperma bergerak melalui *ductuli efferentes* ke *ductus epididymidis* untuk akumulasi, penyimpanan, dan pematangan. Selama eksitasi seksual dan ejakulasi, sperma meninggalkan *ductus epididymidis* melalui *ductus deferens* (Eroschenko, 2008) dan bergabung dengan plasma semen yang disekresikan kelenjar aksesoris menuju uretra (Bacha dan Bacha, 2000), kemudian diejakulasikan ke dalam saluran reproduksi betina.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui gambaran mikroanatomi testis, *ductus epididymis*, dan *ductus epididymidis* biawak air (*Varanus salvator bivittatus*) (reptil: Varanidae). Hasil penelitian yang diperoleh dapat memberikan manfaat dalam memperkaya informasi biologi keanekaragaman sistem reproduksi hewan di Indonesia, khususnya aspek biologi reproduksi *V. Salvator bivittatus* terutama struktur mikroskopis testis, *ductus deferens*, dan *ductus epididymidis*.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini menggunakan dua ekor biawak *V. salvator bivittatus* jantan yang didapat dari wilayah Bogor. Hewan dianestesi dengan menggunakan kombinasi ketamin 50 mg/kg bobot badan dengan *xylazine* 10 mg/kg bobot badan secara intramuskular. Setelah hewan teranestesi, dilakukan penyayatan pada bidang median tubuh, sehingga rongga perut dan rongga dada terbuka. Beberapa tulang dada dipotong untuk mencapai jantung. Pengeluaran darah (*exanguinasi*) dilakukan dengan menyayat atrium kanan jantung dan memasukkan NaCl fisiologis 0,9% menggunakan kanul ke ventrikel kiri jantung sampai cairan yang keluar dari atrium kanan jantung terlihat bening. Selanjutnya diganti dengan larutan paraformaldehid 4% saat jantung masih berdenyut

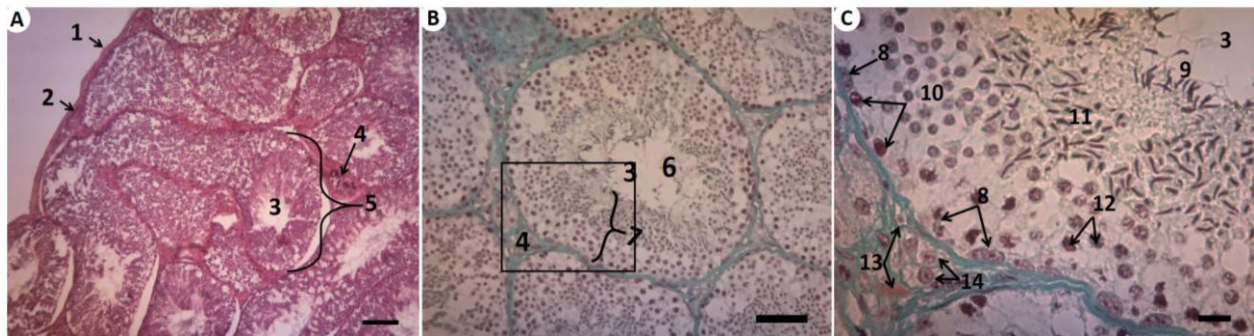
hingga alat gerak terlihat meregang (kaku). Selanjutnya dilakukan proses fiksasi menggunakan larutan paraformaldehid 4%.

Pengamatan mikroskopis dilakukan terhadap testis, *ductus epididymidis*, dan *ductus deferens*. Potongan sampel jaringan dari organ reproduksi dengan ukuran $\pm 0,5 \text{ cm}^2$ dimasukkan ke dalam basket dan direndam dalam alkohol 70%, kemudian didehidrasi dengan menggunakan alkohol konsentrasi bertingkat 80%, 90%, 95%, alkohol absolut, *clearing* dalam xilol, infiltrasi parafin, *embedding* jaringan dalam parafin, *blocking* jaringan/parafin dan selanjutnya dilakukan *sectioning* dengan ketebalan 3-4 μm . Hasil sayatan diwarnai dengan pewarnaan hematosilin dan eosin (HE) dan *Masson's Trichrome* (MT), dengan mengacu pada Kiernan (1990). Sebelum dilakukan pewarnaan, preparat dideparafinisasi dan rehidrasi. Setelah pewarnaan dilanjutkan dengan proses dehidrasi, *clearing* dan *mounting*. Hasil pewarnaan diamati dan difoto menggunakan mikroskop yang dilengkapi dengan alat fotografi (mikrofotografi). Semua hasil pengamatan dan data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum gambaran mikroanatomi, testis *V. salvator bivittatus* mirip pada vertebrata lain, seperti pada *P. geoffroanus* (Cabral *et al.*, 2011), Babirusa (*Babirusa celebensis*) (Ziehmer *et al.*, 2010) dan Muncak (*Muntiacus muntjak muntjak*) (Wahyuni *et al.*, 2012). Testis ditutupi oleh *tunica vaginalis*, selapis jaringan serosa yang merupakan perluasan dari *peritoneum* (Gambar 1A). Testis dilapisi oleh *tunica albuginea*, *tunica fibrosa*, dan lapisan membran serosa bernama *mesorchium (tunica vasculosa)*. Vaskularisasi testis melalui tunika testis (Cabral *et al.*, 2011). *Tunica albuginea* disusun oleh jaringan ikat elastis, menebal dan meluas ke dalam testis untuk membentuk sekat (*mediastinum testis*). Di bawah lapisan *tunica albuginea* terdapat *parenchyma*, yang mempunyai pipa-pipa kecil di dalamnya yang disebut *tubulus seminiferous* (Gambar 1A, 1B).

Tubulus seminiferous tersusun beraturan dalam testis dan dibatasi oleh septum yang dibentuk oleh



Gambar 1. Mikrofotografi jaringan testis biawak *V. s. bivittatus* dengan pewarnaan hematoxilin-eosin, A, dan Masson's Trichrome, B-C (1= *Tunica vaginalis*, 2= *Tunica albuginea*, 3= Lumen tubulus, 4= Jaringan interstitial, 5= Tubulus seminiferus, 6= Spermatozoa, 7= Epitel germinal, 8= Sel Sertoli, 9= Spermatozoa, 10= Spermatogonium, 11= Spermatid (*elongated*), 12= Spermatosit, 13= Eritrosit, 14= Sel Leydig, Skala bar: A = 100 μm , B= 50 μm , C= 10 μm)

jaringan ikat, memanjang dari *testis mediastinum* dan membagi setiap testis menjadi beberapa kompartemen lengkap atau *lobulus testis*, yang berisi *tubulus seminiferous*. *Tubulus seminiferous* dikelilingi oleh jaringan ikat fibromuskular interstitial dan disusun oleh epitel germinal berlapis, berisi spermatogonia, sel sertoli, spermatosit, spermatid dan spermatozoa (Gambar 1C). Epitel germinal banyak lapis yang membentuk *tubulus seminiferous* merupakan tempat berkembangnya sel spermatogenik (germ) dan sel Sertoli (Eroschenko, 2008). Sel-sel spermatogenik membentuk spermatozoa. Selama musim kawin, sel germinal primordial dalam testis memulai proses yang disebut spermatogenesis, dan sel germinal yang terseleksi akhirnya menjadi spermatozoa. Spermatogenesis melibatkan mitosis dan pembelahan meiosis, serta reorganisasi sitoplasma (Hess dan de Franca, 2008). Spermatogonia terletak di dasar atau bedekatan dengan membran basal dari *tubulus seminiferous*. Sel Sertoli terletak di antara deretan epitel germinal dan berukuran lebih besar dengan jumlah lebih sedikit daripada spermatogonia, sedangkan spermatosit dan spermatid tertanam dalam epitel germinal lebih dekat ke lumen. Ekor spermatid mengarah ke dalam lumen *tubulus seminiferous*. Di dalam lumen *tubulus seminiferous*, ditemukan adanya spermatozoa yang belum matang (nonmotil dan infertil), bercampur dengan cairan testis sebelum dilepas ke dalam *ductus epididymidis*.

Spermatogonium merupakan sel spermatogenik yang belum matang, berukuran kecil, berbentuk bulat, berwarna gelap, inti bulat yang terletak berdekatan dengan membran basal. Spermatogonium mengalami pembelahan mitosis dan menghasilkan spermatosit primer, inti sel-sel yang lebih besar menunjukkan kromatin yang berbeda. Spermatosit primer mengalami pembelahan meiosis pertama, sehingga ukuran spermatosit menjadi lebih kecil atau yang disebut spermatosit sekunder. Spermatosit sekunder jarang dapat diamati karena mengalami pembelahan meiosis kedua yang berlangsung sangat cepat, yaitu membentuk spermatid haploid. Spermatid awal adalah sel bulat dengan inti berwarna pucat, secara kelompok menuju lumen *tubulus seminiferous*. Spermatid akhir ditandai dengan ukuran yang lebih kecil, berbentuk oval memanjang, kepala berwarna gelap dan panjang, ekor berwarna samar yang mengarah ke dalam lumen. Spermatid yang dilepaskan dari epitel *seminiferous* disebut sebagai spermatozoa (Bacha and Bacha, 2000; Hess and de Franca, 2008).

Sel Sertoli adalah sel pendukung testis yang terletak di antara sel-sel spermatogenik dalam *tubulus seminiferous*. Sel Sertoli berperan sangat penting di dalam testis, diantaranya adalah sebagai dukungan fisik, perlindungan, dan nutrisi untuk perkembangan sperma (spermatid); fagositosis terhadap kelebihan sitoplasma (badan residual) dari spermatid yang sedang berkembang; melepas spermatozoa yang sudah matang, atau yang disebut *spermiation*, ke dalam lumen *tubulus seminiferous*; sekresi cairan testis yang kaya fruktosa untuk makanan dan transportasi sperma ke saluran

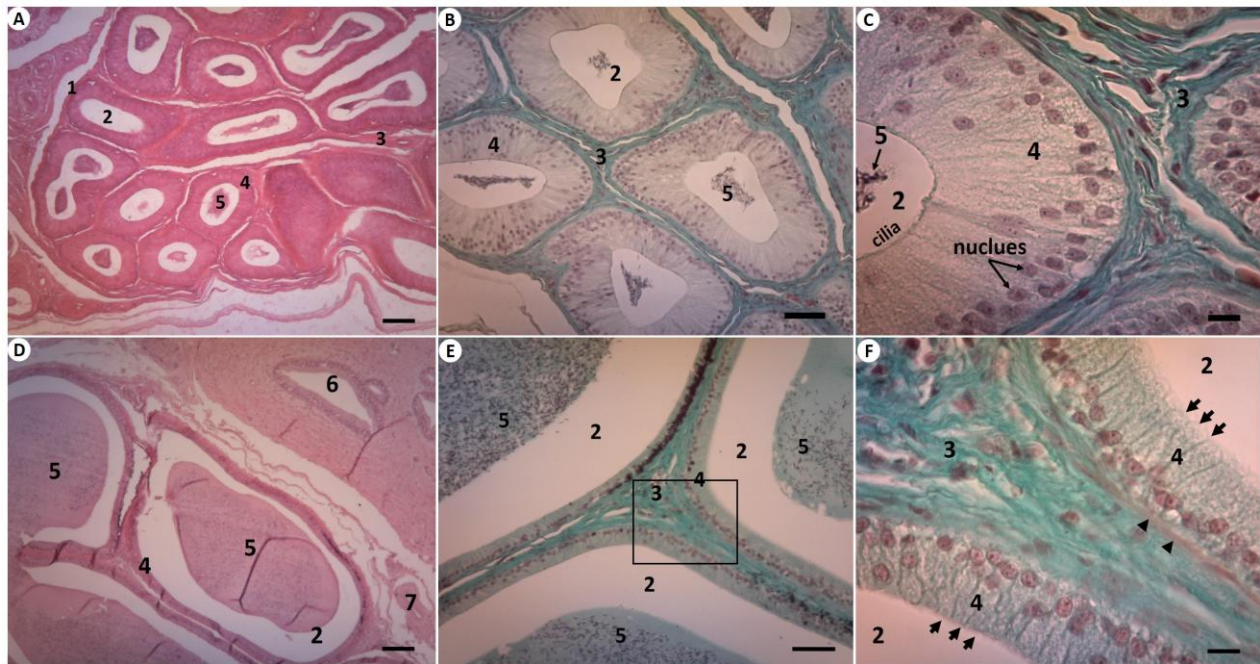
excurrent. Produksi dan pelepasan protein androgen-binding (ABP) yang mengikat dan meningkatkan konsentrasi testosteron dalam lumen *tubulus seminiferous* yang diperlukan untuk spermatogenesis. Sekresi ABP berada di bawah kendali *follicle-stimulating hormone* (FSH) dari kelenjar hipofisis. Sel Sertoli juga mensekresikan hormon inhibin, yang memiliki efek penghambatan pada kelenjar pituitari dan menekan atau menghambat produksi FSH tambahan (Eroschenko, 2008).

Selain itu, antara *tubulus seminiferous*, juga ditemukan adanya kelompok sel epiteloid, yaitu sel-sel interstitial (*Leydig*) yang membentuk jaringan interstitial. Sel Leydig adalah sel yang mensekresi steroid yang secara kolektif disebut androgen. Androgen utama adalah testosteron, mengontrol perkembangan dan pemeliharaan karakteristik seksual sekunder, keinginan untuk melakukan kopulasi, dan membantu mempertahankan saluran genital dan kelenjar aksesori (Kardong, 2008).

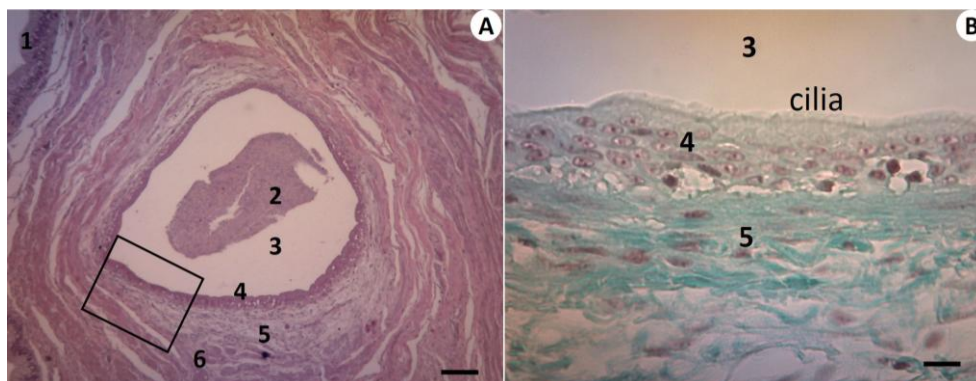
Secara histologis, pada testis biawak tidak ditemukan adanya *rete testes*. Dari testis, kemungkinan sperma langsung disalurkan ke *ductus epididymidis*. Menurut Eroschenko (2008), *rete testes* pada mamalia merupakan sebuah tunas tubulus yang bersambungan dengan saluran kecil, yaitu *ductuli efferentes* yang menyatu dengan *ductus epididymidis* yang berfungsi sebagai tempat akumulasi, penyimpanan dan pematangan sperma.

Pada *ductus epididymidis*, terdapat perubahan morfologi antara bagian *cranial* dan *caudal epididymidis*. Perubahan morfologi ini ditandai dengan adanya perbedaan ketebalan lapisan epitel, jumlah *ductus*, dan diameter lumen *ductus* (Gambar 2). Di bagian *cranial epididymidis*, lapisan epitel lebih tebal, jumlah *ductus* lebih banyak, namun diameter lumen *ductus* lebih kecil serta berisi spermatozoa lebih sedikit. Di bagian *caudal epididymidis*, lapisan epitel lebih tipis, memiliki jumlah *ductus* yang sedikit, namun diameter lumen *ductus* lebih besar serta berisi lebih banyak sperma. Perbedaan morfologi ini sangat sesuai bagi *caudal epididymis* sebagai akumulasi dan penyimpanan spermatozoa dalam jumlah besar sebelum disalurkan ke dalam *ductus deferens* menuju saluran reproduksi betina (Wahyuni *et al.*, 2012).

Epididymis ditutupi oleh jaringan ikat padat yang di dalamnya terdapat *ductus epididymidis* (Gambar 2A, 2B, 2C). Di antara *ductus* dipisahkan oleh jaringan ikat longgar (Gambar 2A, 2B). *Ductus* dikelilingi oleh lapisan otot polos yang tipis dan mukosanya disusun oleh sel-sel epitel kolumnar kompleks bersilia, berlumen, yang beberapa diantaranya berisi sperma yang sudah matang. Sel-sel basal berukuran kecil dan berbentuk bulat, terletak di dekat dasar epitel (Gambar 2C). Sel-sel utama dalam *ductus epididymidis* berfungsi menyerap cairan testis selama perjalanan sperma dari testis. Sel-sel utama dalam *ductus epididymidis* juga memfagositosis terhadap sisa sel-sel residual yang terlewatkan oleh sel sertoli dalam *tubulus seminiferous*, serta sel-sel sperma yang abnormal atau rusak. Sel-sel ini juga memproduksi glikoprotein yang menghambat kapasitas atau



Gambar 2. Mikrofotografi jaringan kranial epididimidis (A-C) dan kauda epididimidis (D-F) biawak *V. s. bivittatus* dengan pewarnaan hematoksilin-eosin dan Masson's Trichrome (1= Jaringan ikat padat, 2= Lumen, 3= Jaringan ikat padat, 4= Epitel silindris banyak baris bersilia (panah), 5= Spermatozoa, 6= Uretra, 7= Pembuluh darah; otot polos, Skala bar: A, D= 100 μ m; B, E= 50 μ m; C, F= 10 μ m)



Gambar 3. Mikrofotografi jaringan *ductus deferens* biawak *V. s. bivittatus* (1= Ureter, 2= Spermatozoa, 3= Lumen *ductus*, 4= Epitel silindris banyak baris bersilia, 5= Jaringan ikat dengan serat kolagen (hijau), 6= Otot sirkular. Pewarnaan A= HE, B= MT. Bar: A= 100 μ m, B= 10 μ m)

kemampuan fertilitas sperma sampai tersimpan dalam saluran reproduksi betina (Eroschenko, 2008).

Saluran lanjutan dari *ductus epididymidis*, dikenal sebagai *ductus deferens*. *Ductus deferens* memiliki lumen yang luas dan teratur dengan mukosa tipis (Gambar 3A, 3B). Hal ini mirip dengan hewan *squamata* lainnya, misalnya pada ular *Seminatrix pygaea* (Sever, 2004), tetapi berbeda dengan lumen *ductus deferens* pada mamalia yang memiliki lumen sempit dan tidak teratur dengan lipatan mukosa membujur (Bacha and Bacha, 2000; Eroschenko, 2008). Lumen *ductus deferens* disusun oleh epitel silindris banyak baris bersilia yang dilapisi otot polos sirkular dan jaringan ikat longgar yang terdiri atas serat kolagen. Terdapat sperma di dalam lumen *ductus deferens*. Antara ureter dan *ductus deferens* hanya dipisahkan oleh lapisan otot polos sirkular. Epitel *ductus deferens* tidak sekretori, namun keberadaan sejumlah vesikel apikal kecil menunjukkan peran dalam penyerapan cairan (Sever, 2004).

Seperti pada spesies *amniota* lainnya, *ductus deferens* hewan ini digunakan hanya untuk transportasi gamet pada hewan jantan, sedangkan urin dikeluarkan melalui ureter (Gambar 3A). Pola anatomi fungsional ini dikonfirmasi oleh pemisahan anatomi yang lengkap dari kedua jalur ini, seperti yang ditemukan pada *P. geoffroanus* (Cabral *et al.*, 2011). Berbeda pada vertebrata *anamniotic* (misalnya: *Cyclostomata*, *Pisces*, dan *Amfibi*), *seminiferous* atau saluran sperma, *ductuli efferentes*, *ductus epididymidis* dan *ductus deferens* merupakan organ untuk pengangkutan air seni dan sperma (Kardong, 2008).

KESIMPULAN

Secara mikromorfologi, struktur testis, *ductus epididymidis*, dan *ductus deferens* dari *V. salvator bivittatus* mirip dengan vertebrata pada umumnya. Perbedaan hanya terletak pada mukosa *ductus deferens* yang tidak memiliki lipatan mukosa. Keseluruhan

tubulus dan *ductus* dibungkus oleh jaringan ikat, sel-sel otot polos yang sangat tipis dan sel-sel epitel pada permukaan lumen. Sel-sel epitel bersilia, hanya ditemukan pada saluran-saluran sperma, seperti *ductus deferens* dan *ductus epididymidis*. Pada *ductus epididymidis*, ditemukan perubahan mikromorfologi pada jumlah dan diameter lumen saluran antara bagian *cranial* dan *caudal epididymidis*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dirjen Dikti Kemendikbud yang telah membiayai penelitian ini lewat program BPPs (BPPDN) Tahun 2012, serta Ibu Rr. Sri Catur Setyawatiningsih, S.Si., M.Si telah mendonasikan 2 ekor biawak *V. salvator bivittatus* jantan sebagai bahan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Bacha, W.J.Jr. and L.M. Bacha. 2000. **Color Atlas of Veterinary Histology**. 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Cabral, S.R.P., L.R. de S.Santos, and L. Franco-Belussi, R. Zieri, C.E.S. Zago, and C.DeOliveira. 2011. Anatomy of the male reproductive system of *Phrynops geoffroanus* (Testudines: Chelidae). **Maringá**. 33(4):487-492.
- De Lisle, H.F. 2007. Observations on *Varanus s. salvator* in North Sulawesi. **Biawak**. 1(2):59-66.
- Del Canto, R. 2007. Notes on the occurrence of *Varanus aellenbergi* on Roti Island. **Biawak**. 1(1):24-25.
- Eroschenko, V.P. 2008. **Di Fiore's Atlas of Histology with Functional Correlations**, 11th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Gaulke, M.1992. Distribution, population density and exploitation of the water monitor (*Varanus salvator*) in the Philippines. **Hamadryad**. 17:21-27.
- Gumilang, R., A. Priyono, dan A. Mardiatuti. 2003. Populasi dan penyebaran biawak air asia (*Varanus salvator*) di Suaka Margasatwa Pulau Rambut, Jakarta. Dalam Konservasi Amfibi dan Reptil di Indonesia. **Prosiding Seminar Hasil Penelitian Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan**. Harvey, T. (Ed.). Bogor, Indonesia. Institut Pertanian Bogor. Bogor:163-171.
- Hess, R.A. and L.R. de Franca. 2008. Spermatogenesis and cycle of the seminiferous epithelium. 2008. In **Molecular Mechanisms in Spermatogenesis**. Cheng, C.Y. (Eds.). Landes Bioscience and Springer Science+Business Media, USA.
- Kardong, K.V. 2008. **Vertebrates: Comparative Anatomy, Function, Evolution**. 5th ed. McGraw-Hill Primis, United States of America.
- Karim, S.A. 1998. Macroscopic and microscopicanatomy of the hemipenes of the snake *Bittis arietans arietans*. **JKAU. Sci**. 10:25-38.
- Kiernan, J.A. 1990. **Histological and Histochemiscal Method**. 2nd ed. Pergamon Press, England.
- Koch, A., M. Auliya, A. Schmitz, U. Kuch, and W. Böhme. 2007. Morphological studies on the systematics of South East Asian water monitors (*Varanus salvator Complex*): Nominotypic populations and taxonomic overview. **Mertensiella**. 16:109-180.
- Mardiatuti, A. dan T. Soehartono. 2003. Perdagangan Reptil Indonesia di Pasar Internasional. Dalam Konservasi Amfibi dan Reptil di Indonesia. **Prosiding Seminar Hasil Penelitian Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan**. Harvey, T. (Ed.). Institut Pertanian Bogor. Bogor:131-144.
- Porto, M., M.A. de Oliveira, L. Pissinatti, R.L. Rodrigues, J.A. Rojas-Moscoco, J.C. Cogo, K. Metzke, E. Antunes, C. Nahoum, F.Z. Mónica, and G. de Nucci. 2013. The Evolutionary Implications of HemipenialMorphology of Rattlesnake *Crotalus durissus terrificus* (Laurent, 1768) (Serpentes: Viperidae: Crotalinae). **PLoS ONE**. 8(6):1-8.
- Prades, R.B., E.A. Lastica, and J.A. Acorda. 2013. Ultrasonography of the urogenital organs of male water monitor lizard (*Varanus marmoratus*, Weigmann, 1834). **Philipp. J. Vet. Anim. Sci**. 39(2):247-258.
- Sever, D.M. 2004. Ultrastructure of the reproductive system of the black swamp snake (*Seminatrix pygaea*). IV. Occurrence of an ampulla ductus deferentis. **J. Morphol**. 262:714-730.
- Shine, R., Ambariyanto, and P.S. Harlow. 1998. Ecological traits of commercially harvested water monitors, *Varanus salvator*, in Northern Sumatra. **Wildlife Research**. 25:437-447.
- Shine, R., P.S. Harlow, J.S. Keogh, and Boeadi. 1996. Commercial harvesting of giant lizards: The biology of water monitors *Varanus salvator* in Southern Sumatra. **Biological Conservation**. 77(2-3):125-134.
- Wahyuni, S., S. Agungpriyono, M. Agil, dan T.L. Yusuf. 2012. Histologi dan histomorfometri testis dan epididimis muncak (*Muntiacus muntjak muntjak*) pada periode ranggah keras. **J. Vet**. 13(3):211-219.
- Ziehmer, B., A. Signorella, A.F.L.M. Kneepkens, C. Hunt, S. Ogle, S. Agungpriyono, C. Knorr, and A.A. Macdonald. 2010. Anatomy and histology of the reproductive tract of the female babirusa (*Babirusa celebensis*). **Theriogenology**. 74:184-193.