

MORPHOMETRY AND HISTOLOGY STRUCTURE OF CEREBELLUM OF BALI DUCKS**Morfometri dan Struktur Histologi Serebelum Itik Bali****Sekar Aurelly Savira¹, Ni Luh Eka Setiasih^{2*}, Luh Gde Sri Surya Heryani³**¹Mahasiswa Sarjana Pendidikan Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana Jl. Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, 80361, Indonesia;²Laboratorium Histologi Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana, Jl. Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, 80361, Indonesia;³Laboratorium Anatomi Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana, Jl. Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, 80361, Indonesia.*Corresponding author email: ekasetiasih@unud.ac.idHow to cite: Savira SA, Ni Luh Eka Setiasih NLE, Heryani LGSS. 2025. Morphometry and histology structure of cerebellum of bali ducks. *Bul. Vet. Udayana*. 17(4): 1214-1224DOI: <https://doi.org/10.24843/bulvet.2025.v17.i04.p08>**Abstract**

The cerebellum, located in the dorsal region of the medulla oblongata and pons, is the largest component of the hindbrain. It plays a crucial role in motor coordination, nerve control, and maintaining body balance. This study aimed to analyze the anatomical and histological structure, as well as the morphometry, of the cerebellum in male and female growing-phase Bali ducks. A total of 20 Bali ducks (10 males and 10 females, aged 3 months each) were used in this study. The cerebellum was extracted for anatomical observation and weight measurement. Subsequently, the samples were processed into histological preparations using Hematoxylin-Eosin (HE) staining to examine the histological structure and morphometric parameters. Anatomically, the cerebellum was positioned at the posterior region of the head, beneath the temporal and occipital lobes and above the brainstem. The average cerebellar weight was 0.6 grams in males and 0.5 grams in females. Histologically, the cerebellar structure was consistent across both sexes, comprising gray matter (molecular layer, granular layer, and Purkinje/ganglionar layer) and white matter. Morphometric analysis revealed the following mean layer thicknesses in males: molecular layer ($156.29 \pm 17.72 \mu\text{m}$), granular layer ($69.73 \pm 11.26 \mu\text{m}$), Purkinje layer ($6.44 \pm 1.68 \mu\text{m}$), and white matter ($50.11 \pm 19.16 \mu\text{m}$). In females, the corresponding values were $145.47 \pm 15.07 \mu\text{m}$, $66.83 \pm 11.37 \mu\text{m}$, $6.83 \pm 1.64 \mu\text{m}$, and $52.89 \pm 18.56 \mu\text{m}$, respectively. Statistical analysis indicated no significant differences ($P > 0.05$) in cerebellar weight or layer thickness between male and female Bali ducks. Further research with a larger sample size and additional parameters, such as biochemical or functional studies, could provide deeper insights into sex-related variations in cerebellar characteristics.

Keywords: Bali duck, cerebellum, morphometry, histology

Abstrak

Otak kecil terletak pada bagian dorsal medulla oblongata dan pons yang merupakan komponen terbesar dari otak bagian belakang. Otak kecil atau serebelum merupakan organ yang berperan penting dalam mengendalikan dan mengkoordinasikan saraf motorik serta menjaga keseimbangan tubuh. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur dan morfometri serebelum itik bali jantan dan betina pada fase grower. Penelitian ini menggunakan 20 ekor itik bali, masing-masing 10 ekor jantan dan 10 ekor betina berumur 3 bulan. Serebelum diambil dan diamati struktur anatomi dan diukur beratnya. Sampel kemudian diproses menjadi sediaan histologi dengan pewarnaan Haematoxylin-Eosin (HE). Sediaan preparat histologi serebelum selanjutnya dilakukan pengamatan struktur histologi dan morfometri struktur histologinya. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa anatomi serebelum terletak di bagian belakang kepala, di bawah lobus temporal dan oksipital dan di atas batang otak dengan rata-rata berat pada jantan yaitu 0,6 gram sedangkan pada betina 0,5 gram. Struktur histologi serebelum itik bali tidak berbeda antar kelompok perlakuan, tersusun atas materi abu-abu atau substansia grisea (lapisan molekuler, lapisan granular, dan lapisan purkinje atau ganglionar) dan materi putih atau substansia alba. Rataan ketebalan lapisan molekuler, lapisan granular, lapisan purkinje (ganglionar), dan materi putih pada jantan berturut-turut adalah $156,29 \pm 17,72 \mu\text{m}$, $69,73 \pm 11,26 \mu\text{m}$, $6,44 \pm 1,68 \mu\text{m}$, dan $50,11 \pm 19,16 \mu\text{m}$. Rataan ketebalan lapisan molekuler, lapisan granular, lapisan purkinje, dan materi putih pada betina berturut-turut adalah $145,47 \pm 15,07 \mu\text{m}$, $66,83 \pm 11,37 \mu\text{m}$, $6,83 \pm 1,64 \mu\text{m}$, dan $52,89 \pm 18,56 \mu\text{m}$. Berdasarkan analisis statistik menunjukkan bahwa hasil pengukuran berat serebelum serta ketebalan masing-masing lapisan molekuler, lapisan granular, lapisan purkinje, dan materi putih antara itik bali jantan dan betina tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Disarankan penelitian lanjutan untuk mengkaji perkembangan histologis serebelum itik bali pada berbagai tingkatan umur menggunakan metode yang lebih spesifik seperti imunohistokimia.

Kata kunci: Itik bali, serebelum, morfometri, histologi

PENDAHULUAN

Perkembangan ternak unggas di Indonesia menunjukkan peningkatan populasi setiap tahun sejalan dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan protein hewani (Nelzi et al., 2020). Hal ini mendorong efektifitas dan efisiensi dari peternakan. Salah satu jenis ternak yang banyak dipelihara di Indonesia adalah Itik. Itik merupakan ternak yang termasuk spesies unggas air dan penghasil daging dan telur yang sangat potensial selain ayam. Di Indonesia ternak itik mempunyai potensi yang cukup besar untuk dikembangkan dan dapat diharapkan sebagai penyedia pangan sumber protein hewani, selain itu itik juga memiliki efisiensi dalam mencerna pakan menjadi daging. Itik lokal yang cukup dikenal adalah itik tegal, itik bali, itik mojosari, itik magelang (Solihat et al., 2003).

Dilihat dari keanekaragaman jenis itik di Indonesia, masih ada yang belum teridentifikasi secara spesifik. Salah satu itik lokal yang belum dikenal secara luas adalah itik bali, sehingga perlu adanya identifikasi lebih lanjut mengenai karakteristik sifat-sifat kuantitatifnya (Tarigan et al., 2015). Itik bali memiliki daya tahan hidup yang sangat tinggi, sehingga dapat dipelihara di berbagai tempat di Indonesia (Negara et al., 2017), dengan ciri khas adalah warna bulu putih dengan paruh dan kaki berwarna kuning atau warna bulu coklat dengan paruh dan kaki berwarna hitam (Brahmantiyo et al., 2003), kepala dan leher kecil, bulat memanjang tegak agak melengkung, badan ramping, ekor relatif pendek (Nugroho et al., 2014). Walaupun memiliki daya tahan hidup yang sangat tinggi, tidak menjamin bahwa itik bebas akan penyakit. Tantangan yang dihadapi oleh peternak Itik bali saat ini yaitu penyakit ND (*Newcastle Disease*) serta *Avian Influenza* (AI). Dua penyakit ini merupakan penyakit virus yang paling umum

ditemukan pada peternakan unggas di Indonesia khususnya di Bali. Hal ini berdampak fatal hingga menyebabkan kematian dan kerugian yang cukup besar bagi peternak. Itik sebagai reservoir virus berpeluang mengancam industri peternakan unggas (Putra, Rukmiasih, & Afnan, 2015).

Itik bali termasuk dalam itik petelur, sehingga berdasarkan fase pertumbuhannya dapat dibagi menjadi tiga yaitu fase Starter (umur 0-8 minggu), fase Grower (umur 9-20 minggu) dan fase Finisher (diatas umur 20 minggu) (Ketaren, 2002). Masa percepatan pertumbuhan terjadi sebelum ternak mengalami masa dewasa kelamin yang kemudian setelah hal tersebut akan terjadi perlambatan dimana pertumbuhan memiliki tahap yang cepat dan lambat. Tahap cepat terjadi pada saat lahir sampai dewasa kelamin, sedangkan tahap lambat terjadi saat kedewasaan tubuh telah tercapai. Pertumbuhan tercepat pada itik bali terjadi pada umur 5 – 12 minggu, kemudian pertumbuhan akan berjalan secara konstan (Suranjaya, 2016).

Pertumbuhan itik juga sangat dipengaruhi oleh kesehatan sistem saraf pusat, terutama otak. Otak merupakan pusat kendali untuk banyak fungsi dan kegiatan dari banyak sistem, organ, dan jaringan yang dibentuk atau ada dalam tubuh unggas. Otak terdiri dari sejumlah bagian yang mempunyai berbagai sel khusus yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi, mengenali, mengingat, dan mengarahkan. Otak juga berfungsi sebagai indikator adanya penyakit. Otak merupakan salah satu organ yang mengalami perubahan patologi yang paling cepat. Hal ini disebabkan karena sensitifnya kepekaan organ tersebut terhadap rangsangan infeksi yang masuk kedalam tubuh. Seperti contoh penyakit Avian Influenza yang dapat memberikan dampak perubahan pada otak yaitu pembengkakan dan lesi perivascular cuffing (Putra et al., 2015).

Otak kecil merupakan salah satu bagian otak yang memiliki fungsi untuk mengatur keseimbangan, orientasi, pengaturan posisi tubuh, tonus dan koordinasi otot (Nangoy et al., 2019). Otak kecil pada dasarnya merupakan pusat motorik utama. Struktur otak kecil berbeda-beda setiap kelas hewan yang satu dengan kelas lainnya. Permukaan otak kecil memiliki garis melengkung dan lobus pada mamalia dan burung (Butler & Hodos, 2005). Gangguan yang mungkin dapat terjadi pada otak kecil dapat mengganggu pertumbuhan itik. Dikarenakan laporan lengkap morfometri dan struktur histologi otak kecil itik bali yang kurang, maka dibutuhkan suatu penelitian untuk mengetahui struktur histologi dan morfometri serebelum itik bali yang sehat antara jantan dan betina. Penelitian ini juga perlu dilakukan sebagai dasar penelitian lanjutan terhadap organ otak kecil itik bali.

METODE PENELITIAN

Pernyataan Etik

Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan dari komisi etik penelitian di Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Udayana dengan Surat Sertifikat Persetujuan Etik Hewan Nomor: B/243/UN14.2.9/PT.01.04/2024

Objek Penelitian

Penelitian ini menggunakan sampel otak kecil atau serebelum itik bali. Sampel itik yang digunakan berumur 3 minggu dengan total 20 ekor itik yang masing masing berjumlah 10 untuk jantan dan betina. Hewan yang akan diteliti diperoleh dari peternak itik bali di Kecamatan Mengwi, Kabupaten Badung, Provinsi Bali. Sampel itik yang digunakan dalam keadaan sehat dan tidak ada perubahan patologi anatomi maupun gejala abnormal lainnya.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan data yang diperoleh dan dianalisis dengan *Independent Samples T-test* yang dibantu oleh software SPSS versi 26. Data akan disajikan secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif dengan penentuan jumlah sampel penelitian yang dihitung.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian dibagi menjadi variabel bebas, variabel terikat dan variabel terkontrol. Variabel bebas berupa organ otak kecil itik. Variabel terikat yaitu perhitungan morfometri dan struktur histologi otak kecil itik. Sementara variabel terkontrol pada penelitian ini adalah jenis kelamin.

Metode Koleksi Data

Pengumpulan data diperoleh dari hasil pengamatan struktur anatomi serebelum dan morfometri yang berupa berat dan volume, serta hasil pengamatan struktur histologi dan tebal dari lapisan molekuler, lapisan granular, lapisan purkinje (ganglionar), dan white matter.

Analisis data

Hasil pengamatan dan data yang diperoleh dari struktur anatomi dan histologi otak kecil itik bali disajikan secara deskriptif kuantitatif dalam bentuk gambar dan tabel. Data morfometri dianalisis dengan *Independent samples T-test* menggunakan software *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) IBM versi 26.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Struktur Anatomi dan Histologi Serebelum

Berdasarkan pengamatan struktur anatomi serebelum (Gambar 1) menunjukkan bahwa warna dari serebelum yaitu krem ke merah muda yang berbentuk seperti berlian kecil. Saat dibelah, didalamnya terdapat grey matter atau substansia grisea yang terlipat rapat dan terletak di permukaan serebelum, membentuk korteks serebelum. Pada lipatan korteks serebelum, terdapat bentuk seperti daun sempit yang disebut folia. Setiap folia, terdiri dari inti white matter yang dikelilingi oleh lapisan tipis grey matter. Pada jantan, folia yang dapat terlihat dan terhitung berjumlah 18 dan pada betina berjumlah 15. White matter atau substansia alba juga terdapat di bawah korteks serebelum dan berwarna putih.

Pada gambar 1 terdapat belahan otak (cerebral hemispheres). Lobus optik terlihat pada posisi dorsal, merupakan bagian dari otak tengah atau mesencephalon. Tepat dibawah serebelum terdapat medula oblongata, atau batang otak yang merupakan bagian tersempit dan paling distal berbentuk kerucut menyempit dan memanjang ke bawah. Dibawah medula oblongata terdapat sumsum tulang belakang atau medula spinalis yang saling berhubungan.

Berdasarkan hasil pengamatan histologi serebelum pada gambar 2 menunjukkan bahwa serebelum terbagi atas dua bagian utama yaitu korteks dan medula. Korteks serebelum memiliki tiga lapisan struktur, yaitu lapisan molekuler, lapisan purkinje (ganglionar), dan lapisan granular. Sedangkan pada gambar 3 yaitu medula serebelum berisikan white matter (substansia alba).

Morfometri Serebelum

Hasil analisis morfometri menggunakan uji sample independent T-test. Dari hasil pengukuran didapatkan berat serebelum itik bali jantan paling berat mencapai 1 gram dan pada betina 0,7 gram dengan rata-rata $0,68 \pm 0,20$ dan $0,54 \pm 0,09$ gram. Volume pada kedua kelamin itik bali

sama-sama berada pada 1 ml. Dilihat dari tabel 1, hasil menunjukkan bahwa uji independent sample t-test pada berat dan volume serebelum tidak terdapat perbedaan yang nyata ($P > 0,05$). Sedangkan hasil analisis histomorfometri dalam uji simple independent T-test pada serebelum itik bali antara jantan dan betina dapat dilihat pada tabel 2. Ketebalan lapisan molekuler, lapisan purkinje (ganglionar), lapisan granular, dan white matter jantan berturut-turut adalah $156,29 \pm 17,72 \mu\text{m}$, $69,73 \pm 11,26 \mu\text{m}$, $6,44 \pm 1,68 \mu\text{m}$, dan $50,11 \pm 19,16 \mu\text{m}$. Rataan ketebalan lapisan molekuler, lapisan purkinje, lapisan granular, dan white matter pada betina berturut-turut adalah $145,57 \pm 15,07 \mu\text{m}$, $6,83 \pm 1,64 \mu\text{m}$, $66,83 \pm 11,37 \mu\text{m}$, $52,89 \pm 18,56 \mu\text{m}$. Berdasarkan analisis statistik menunjukkan bahwa hasil pengukuran ketebalan masing-masing lapisan molekuler, lapisan purkinje, lapisan granular, dan white matter antara itik bali jantan dan betina tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Pembahasan

Struktur Anatomi Serebelum

Secara garis besar anatomi, otak terbagi menjadi prosencephalon (termasuk telencephalon dan diencephalon), mesencephalon (termasuk lobus optik) dan rhombencephalon (termasuk medula oblongata dan otak kecil). Namun secara anatomi kasar, otak terbagi atas otak besar (serebrum), otak kecil (serebelum), dan medula oblongata. Otak terdiri dari belahan otak (cerebral hemispheres), lobus optik dan otak kecil jika dilihat dari posisi dorsal. Pada otak besar atau serebrum terdapat belahan otak (cerebral hemispheres). Temuan ini serupa dengan temuan (Karkoura et al., 2015) pada burung unta. Belahan otak kanan dan kiri dipisahkan median longitudinal dan dipisah dari serebelum oleh celah transversal. Menurut (Vishen et al, 2023) pada unggas, lobus optik sebagian terlihat dari dorsal dan ventral tetapi akan terlihat jelas dari posisi lateral. Berdasarkan hasil pengamatan, lobus optik yang terlihat pada posisi dorsal, merupakan bagian dari otak tengah atau mesencephalon. Tepat dibawah serebelum terdapat medula oblongata, atau batang otak yang merupakan bagian tersempit dan paling distal berbentuk kerucut menyempit dan memanjang ke bawah. Dibawah medula oblongata terdapat sumsum tulang belakang atau medula spinalis yang saling berhubungan (Gambar 1). Temuan ini serupa dengan temuan dari (Karkoura et al., 2015) pada burung unta, (Gupta et al., 2016) pada ayam broiler, dan (Kumar et al., 2022) pada anak ayam *gallus domesticus*. Bentuk otak kecil (serebelum) pada hasil pengamatan (Gambar 1) seperti bentuk berlian kecil. Namun, menurut (Gupta et al., 2016) pada ayam broiler dan (Joshi et al., 2019) pada ayam Kadaknath, serebelum berbentuk seperti baji, atau dua bidang miring.

Struktur Histologi Serebelum

Secara histologi, lapisan luar serebelum terdiri dari grey matter (substantia grisea) dan bagian dalam terdiri dari white matter (substantia alba). Korteks serebelum terdiri atas 3 lapisan yaitu molekuler, ganglionar, dan granular. Menurut (Taşçi & Bingöl, 2018), lapisan molekuler berisi dua jenis tipe interneuron, yaitu sel stelata dan sel basket. Berdasarkan hasil pengamatan secara histologi, pada lapisan molekuler berisi sejumlah sel basket dan neuron dari sel stelata. Sel stelata banyak ditemukan di lapisan atas yang dilintasi secara horizontal oleh akson tanpa myelin. Dendritnya tegak lurus seperti dendrit sel Purkinje. Sel basket terletak lebih dalam dan bercabang di sekitar sel purkinje dengan susunan yang mirip keranjang. Akson sel granul di dalam lapisan granular meluas ke dalam lapisan molekuler. (Gambar 2)

Pada lapisan purkinje terdapat sel purkinje yang berisikan nukleus dengan inti yaitu nukleolus. Menurut (Azeez, Omirinde, Chomo, & Olopade, 2023), lapisan sel Purkinje terjepit antara lapisan molekuler dan lapisan granular, dan sel purkinje disajikan satu baris yang didominasi bentuk labu/pir. Berdasarkan pengamatan, sel purkinje tersusun oleh satu baris pada pertautan antara lapisan molekuler dan lapisan granular. Badan selnya besar dan berbentuk labu. Diatas

sel purkinje terdapat dendrit yang mengarah ke lapisan molekuler serta, dibawah sel purkinje terdapat akson halus yang keluar dari dasar sel purkinje. Sel purkinje menjulurkan satu atau lebih dendrit tebal yang melintasi lapisan molekuler dan granular sampai permukaan (Gambar 3). Temuan ini juga terdapat pada (Taşçi & Bingöl, 2018) pada angsa.

Berdasarkan hasil pengamatan histologi pada lapisan granular dengan perbesaran 100x ditemukan banyak sel granular kecil. Pada lapisan ini tersebar sel golgi tipe II dan terlihat celah celah bening tersebar tidak teratur seperti pulau-pulau yang disebut glomeruli (Gambar 4). Hal ini sejalan dengan temuan (Colakoglu & Selcuk, 2023) pada anak ayam, (Kumar et al., 2022) pada anak ayam *gallus domesticus*, serta (Taşçi & Bingöl, 2018) pada angsa.

Menurut (Azeez et al., 2023) pada temuan burung kuntul, lapisan granular terdapat materi berwarna putih yang disebut white matter. Hal ini sejalan dengan hasil perbesaran 1000x white matter yang berada pada jaringan terdalam lapisan granular, terdapat pembuluh darah serta neuroglia yang terdiri sel astrosit yang berbentuk seperti percabangan bintang (Gambar 5).

Morfometri Serebelum

Pada pemeriksaan morfometri secara anatomi, berat serebelum telah diukur pada 20 ekor itik bali dengan cara ditimbang dan dihitung, lalu dimasukkan kedalam data spss menggunakan uji independent T-test. Didapatkan hasil yaitu tidak adanya perbedaan secara signifikan. Volume pada serebelum jantan dan betina juga menunjukkan semua rata pada 1 ml saat pemeriksaan.

Secara histomorfometri, lapisan molekuler yang diukur menggunakan aplikasi *Epview50* pada perbesaran 100x di tiga titik lalu dirata-ratakan kemudian dimasukkan datanya bersamaan dengan standar deviasi. Rata-rata panjang lapisan molekuler pada jantan yaitu $156,29 \pm 17,72 \mu\text{m}$ dan pada betina $145,47 \pm 15,07 \mu\text{m}$ (Tabel 2). Diketahui bahwa hasil statistik nya menunjukkan bahwa perbedaan lapisan molekuler jantan dan betina tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Temuan (Colakoglu & Selcuk, 2023) pada anak ayam yang diinkubasi di hari ke 15, lapisan molekuler baru dapat terlihat dengan ketebalan $68,48 \pm 14,30 \mu\text{m}$. Hal ini menunjukkan bahwa adanya perbedaan fase pertumbuhan atau umur histomorfometri serebelum pada anak ayam berbeda nyata ($P < 0,05$).

Lalu pada lapisan granular, rata-rata pada jantan yaitu $69,73 \pm 11,26 \mu\text{m}$ dan pada betina yaitu $66,83 \pm 11,37 \mu\text{m}$ (Tabel 2), secara statistik tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Dengan perlakuan yang sama pada lapisan purkinje, rata-rata pada jantan yaitu $6,44 \pm 1,68 \mu\text{m}$ dan pada betina yaitu $6,83 \pm 1,64 \mu\text{m}$ (Tabel 2), juga didapatkan tidak adanya perbedaan yang nyata ($P > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa antara jantan dan betina, struktur histologi nya adalah sama pada ketiga lapisan tersebut. Temuan (Maulana et al., 2020) pada ayam sesudah menetas, tebal lapisan granular dan lapisan purkinje yaitu $270,66 \pm 28,47 \mu\text{m}$ dan $46,93 \pm 8,00 \mu\text{m}$. Hal ini juga menunjukkan bahwa adanya perbedaan fase pertumbuhan atau umur histomorfometri serebelum pada ayam berbeda nyata ($P < 0,05$). Ketebalan white matter atau substansia alba rata-rata pada itik jantan dan betina berturut-turut yaitu $50,11 \pm 19,16 \mu\text{m}$ dan $52,89 \pm 18,56 \mu\text{m}$ (Tabel 2).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian menyimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan pada morfometri serebelum itik bali antara jantan dan betina serta tidak terdapat perbedaan pada struktur histologi serebelum itik bali antara jantan dan betina

Saran

Perlu penelitian lebih lanjut mengenai struktur histologi dan histomorfometri serebelum itik

bali pada umur yang berbeda. Untuk identifikasi struktur histologi serebelum itik bali selanjutnya disarankan melakukan pewarnaan imunohistokimia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada para peternak itik bali di Kecamatan Mengwi, Kabupaten Badung, Provinsi Bali dan juga ucapan terima kasih kepada Laboratorium Histologi Veteriner dan Laboratorium Anatomi Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana, Bali yang telah memfasilitasi penelitian ini sehingga berjalan sesuai yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azeez, I., Omirinde, J., Chomo, J., & Olopade, J. (2023). Brain Gross Anatomy and Cerebellar Histology of the Cattle Egret (*Bulbulcus Ibis*). *Folia Veterinaria*, 67(2), 89–101. Retrieved from <https://doi.org/10.2478/fv-2023-0020>
- Brahmantiyo, B., Prasetyo, L., Setioko, A., & Mulyono, R. (2003). Pendugaan Jarak Genetik dan Faktor Peubah Pembeda Galur Itik (Alabio, Bali, Khaki Campbell, Mojosari dan Pegagan) melalui Analisis Morfometrik. *JITV*, 8(1), 1–7.
- Butler, A. B., & Hodos, W. (2005). *Comparative Vertebrate Neuroanatomy: Evolution and Adaptation*. John Wiley & Sons.
- Colakoglu, E., & Selcuk, A. (2023). Embryonic development of the chick pineal gland throughout the incubation periods. *Anat Histol Embryol*, 53(1). Retrieved from <https://doi.org/10.1111/ahe.12995>
- Fati, N., Syukriani, D., Lutfhi, U., & others. (2020). Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Miana (*Coleus atropurpureus*, L) dalam air minum terhadap Performa broiler. *JIIIP*, 23(1), 1–15. Retrieved from <https://doi.org/10.22437/jiiip.v23i1.9603>
- Gupta, M., & others. (2016). Studies of the macroscopic and microscopic morphology (hippocampus) of brain in Vencobb broiler. *Indian Journal of Veterinary Anatomy*, 5(9), 507–511. Retrieved from <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.507-511>
- Joshi, V., & others. (2019). Gross Morphometrical Studies on the Brain of Kadaknath Fowl in Growing Period. *Journal of Poultry Research*, 9(8), 1201–1204. Retrieved from <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.809.137>
- Karkoura, M. G., & others. (2015). Morphological Investigation of the Brain of the African Ostrich (*Struthio camelus*). *Int. J. Morphol*, 33(4), 1468–1475. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022015000400046>
- Ketaren, P. P. (2002). *Petunjuk Teknis Pemeliharaan Itik*. Balai Penelitian Ternak.
- Kumar, A. Maurya, R. Tamta, K. Arya, H. (2022). Age affects the neuronal soma diameter in cerebral cortex of 15 and 30-day-old chick, *Gallus gallus domesticus*. *J. Exp. Zool. India*, 25(2), 2113–2127. Retrieved from <https://connectjournals.com/03895.2022.25.2113>
- Maulana, R., Wahyuni, S., Akmal, M., Masyita, D., Zainnudin, Rosmaidar, & other. (2021). Study of Cerebellum Structure and Histomorphometry of Local Chicken (*Gallus gallus domesticus*) Before and After Hatching. *ICVAES 2020*, 12. Retrieved from <https://doi.org/10.2991/absr.k.210420.045>

Nangoy, B., Kalangi, S., Paisak, T., & others. (2019). Gambaran Mikroskopik Serebelum pada Hewan Coba Postmortem. *Jurnal Biomedik : JBM*, 11. Retrieved from <https://doi.org/10.35790/jbm.11.1.2019.23205>

Negara, I., Sampurna, I., Nindhia, T., & others. (2017). Pola Pertumbuhan Bobot Badan Itik Bali Betina. *Indonesia Medicus Veterinus*, 6(1), 30–39. Retrieved from 10.19087/imv.2017.6.1.30

Nugroho, E., Nuriyasa, I., Siti, N., & others. (2014). Offal internal itik bali yang diberi ransum komersial dengan suplementasi daun pepaya (*Carica Papaya*, L.). *Jurnal Peternakan Tropika*, 2(3), 476–486.

Putra, A., Rukmiasih, & Afnan, R. (2015). Persentase dan Kualitas Karkas Itik Cihateup-Alabio (CA) pada Umur Pemotongan yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, (1), 27–32.

Solihat, S., Suswoyo, I., & Ismoyowati. (2003). Jenis-jenis itik lokal di Indonesia. *Jurnal Peternakan Tropik*, (1), 27–32.

Suranjaya, I. (2016). Perbaikan Mutu Genetik Itik bali Melalui Simulasi Model Desa Binaan. *Universitas Udayana*.

Tarigan, & Jumli, H. (2015). Identifikasi bobot badan dan ukuran ukuran tubuh itik bali (kasus di kelompok ternak itik manik sari dusun lempang desa takmung kecamatan banjarangkan kabupaten klungkung provinsi bali). *Students E-Journal*, 4(2).

Taşçi, K., & Bingöl, S. (2018). The Anatomical and Histological Structures of Buzzard's (*Buteo buteo*) Small Intestine and Liver, and Immunohistochemical Localization of Catalase. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 24(1), 69–74.

Vishen, A., & others. (2023). Gross anatomical studies on the Brain of Uttara Fowl. *The Pharma Innovation Journal*, 12(7), 2374–2381.

Tabel

Tabel 1. Hasil rata-rata $\pm$ SD berat serebelum itik bali jantan dan betina pada fase grower

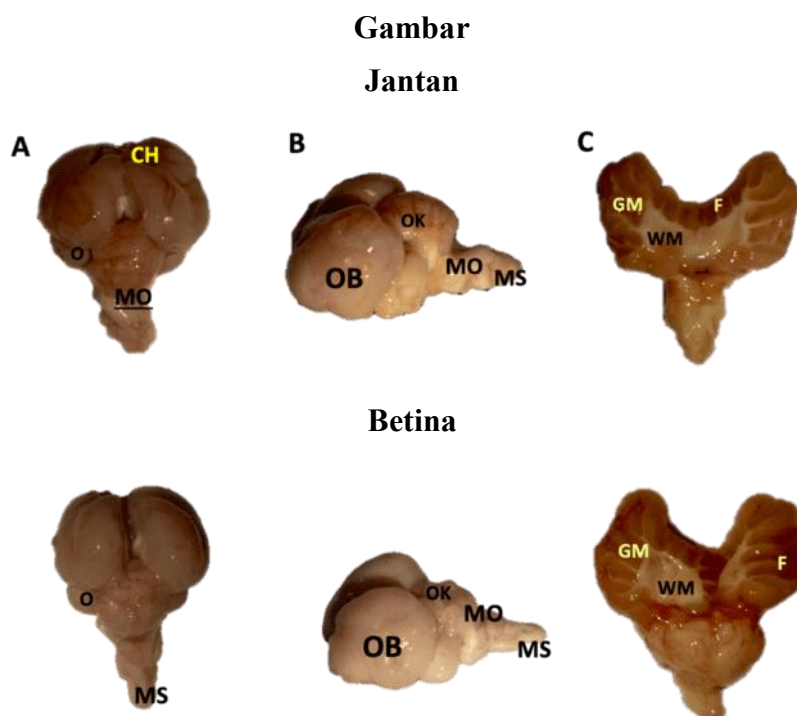
Variabel	Hasil Pengukuran	
	Itik bali jantan	Itik bali betina
Berat Serebelum	0,68 $\pm$ 0,20 ^a	0,54 $\pm$ 0,09 ^a
Volume Serebelum	1 $\pm$ 0,00 ^a	1 $\pm$ 0,00 ^a

Keterangan: ^a Superskrip pada baris yang sama dan kolom berbeda menunjukkan bahwa tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Hasil data morfometri ditabulasikan dalam bentuk rata-rata (mean) $\pm$ standar deviasi (SD).

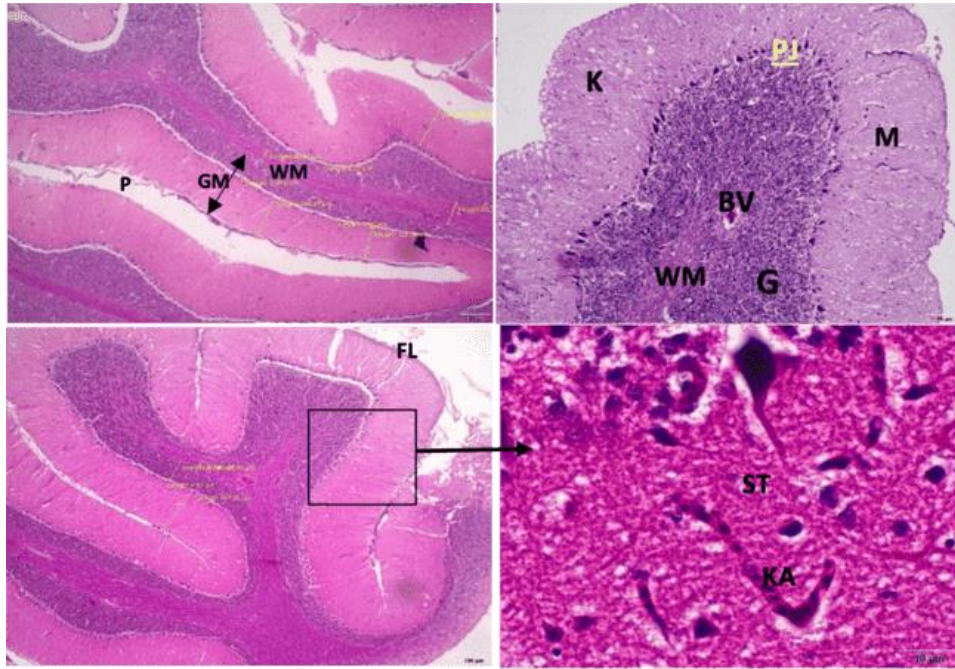
Tabel 2. Hasil rata-rata $\pm$ SD tebal lapisan molekuler, purkinje, dan granular itik bali jantan dan betina pada fase grower

Variabel	Hasil Pengukuran	
	Itik bali jantan	Itik bali betina
Tebal Lapisan Molekuler	156,29 $\pm$ 17,72	145,57 $\pm$ 15,07
Tebal Lapisan Purkinje	6,44 $\pm$ 1,68	6,83 $\pm$ 1,64
Tebal Lapisan Granular	69,73 $\pm$ 11,26	66,83 $\pm$ 11,37
Tebal White Matter	50,11 $\pm$ 19,16	52,89 $\pm$ 18,56

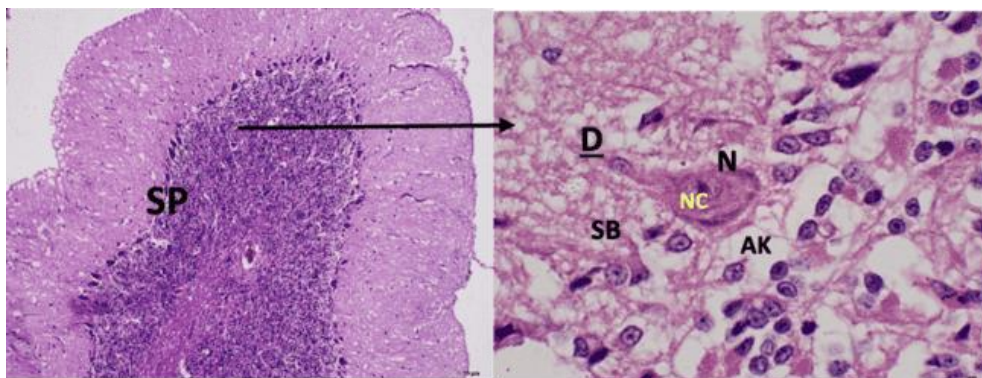
Keterangan: Hasil data histomorfometri ditabulasikan dalam bentuk rata-rata (mean) $\pm$ standar deviasi (SD).



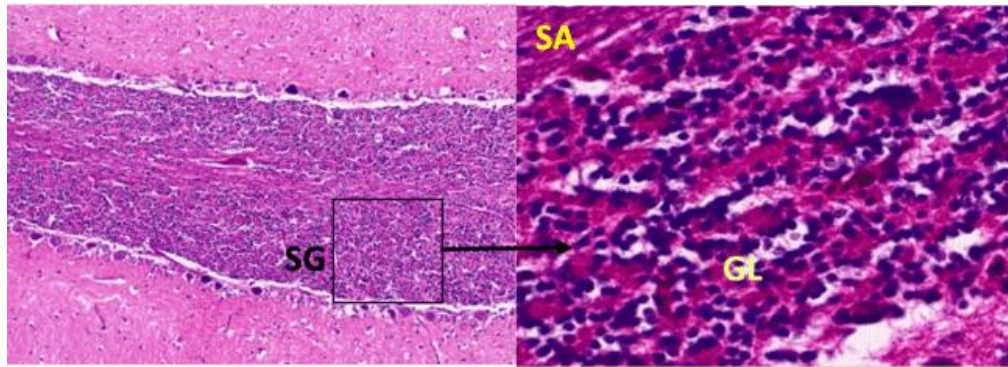
Gambar 1 Otak itik bali pada jantan dan betina tampak dorsal (A), (B) dan serebelum saat dibelah (C). Serebrum (OB), serebelum (OK), medula oblongata (MO), medulla spinalis (MS), lobus optik (O), belahan otak atau cerebral hemisphere (CH), grey matter (GM), white matter (WM)



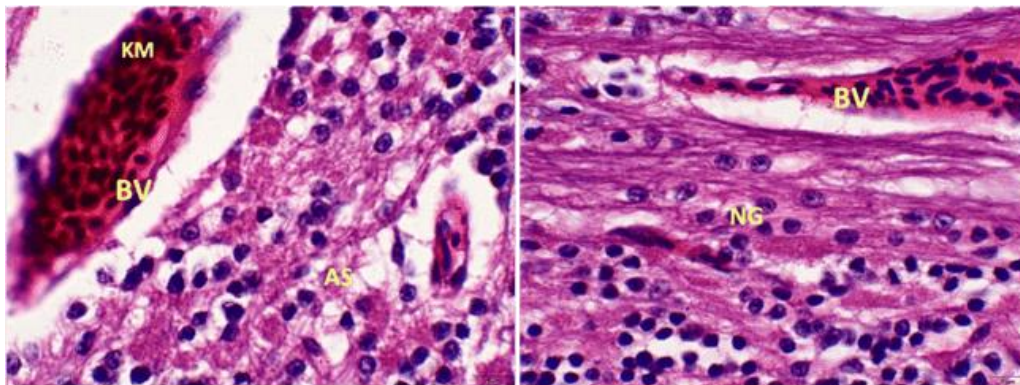
Gambar 2 Struktur histologi serebelum itik bali dan lapisan molekuler. Menunjukkan bagian grey matter (GM), korteks (K), lapisan molekuler (M), lapisan purkinje (PJ), lapisan granular (G), substansia alba atau white matter (WM), piameter (P), pembuluh darah (BV), folia (FL), sel-sel stelata (ST), kapiler (KA). Pewarnaan HE, perbesaran 100x dan 1000x.



Gambar 3 Struktur histologi serebelum itik bali bagian lapisan purkinje. Menunjukkan sel purkinje (SP), nukleus (N), nukleolus (NC), akson sel purkinje (AK), dendrit (D), sel basket (SB). Pewarnaan HE, perbesaran 100x dan 1000x.



Gambar 4 Struktur histologi serebelum lapisan granular. Menunjukkan sel sel granul (SG), serat bermielyn dari substansia alba (SA), glomeruli (GL). Pewarnaan HE, perbesaran 400x dan 1000x



Gambar 5 Substantia alba atau white matter menunjukkan pembuluh darah (BV), kapiler sel darah merah (KM), sel astrosit (AS), neuroglia (NG). Perbesaran 1000x, pewarnaan HE.