

Karakteristik Morfofungsi Skelet Ekstremitas Kaki Soa Layar (*Hydrosaurus amboinensis*)

YANRI R.N. SIMANGUNSONG, SAVITRI NOVELINA, SUPRATIKNO, DANANG D. CAHYADI,
CHAIRUN NISA', HERU SETIJANTO, SRIHADI AGUNGPRIYONO, NURHIDAYAT*

Divisi Anatomi Histologi dan Embriologi, Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis, Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor.

Diterima: 29 November 2022 – Disetujui: 4 Januari 2023
© 2023 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Cenderawasih

ABSTRACT

The Sailfin lizard is a lizard that has a semi-aquatic life and has a sail fin on its tail. These lizards can be found in habitats close to water such as rivers, lakes, and estuaries of mangrove forests. This study aimed to observe the morphofunctional characteristic of the appendicular skeleton of Sailfin Lizard (*Hydrosaurus amboinensis*), associated with their function and behavior. The appendicular skeleton of the Sailfin lizard was studied morphofunctional by observing and measuring the bones that make up the extremities. The naming of bones and their parts is based on the *Nomina Anatomica Veterinaria 2017* and other journals. The clavicle and interclavicle bones are located anterior to the scapula coracoid which has a convex shape. The patella ulnar bone is found at the humeroulnar joint and the radius et ulna bones have a relatively long antebrachial interosseous space. On the hind legs, the coxal bone has a relatively broad acetabulum, two lunula bones and patellar mineralization are found at the craniodorsal of the femorotibiofibular joint, and tibia et fibula bones have a relatively long crural interosseous space. The palmar part of the carpal bone is found in the palmar sesamoid bone, while the tarsi bones have a fused astragalus and calcaneus bones to become astragalocalcaneus bones. The pedis skeleton's size is relatively long compared to the manus skeleton and has a different middle phalanx bone. The extremity skeletal structure allows the Sailfin Lizard to do movements such as walking, running, climbing, running on water, and swimming.

Key words: appendicular skeleton; morphofunction; Sailfin lizard.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan keanekaragaman hayati yang tinggi di dunia. Indonesia memiliki 12% spesies mamalia, 7,3% reptil dan amfibi, serta 17% spesies burung (World Wildlife Fund Indonesia, 2007). Reptil merupakan hewan vertebrata yang *ectothermic* atau suhu tubuh hewan ini tergantung dari lingkungan yang ada di sekitarnya (Priyanto *et al.*,

2020). Soa layar (*Hydrosaurus amboinensis*) termasuk ke dalam famili *Agamidae* dengan subfamili *Hydrosaurinae* dan genus *Hydrosaurus* (COL, 2020). Kadal ini merupakan hewan pemakan hewan kecil dan tumbuhan. *H. amboinensis* hidup *semiaquatic* yang unik, dan memiliki sirip layar pada bagian atas ekornya (Achmad *et al.*, 2013). Menurut *International Union for Conservation of Nature's (IUCN 2019)*, status konservasi Soa layar adalah "*least concern*" yakni populasi kadal ini masih jauh dari risiko kepunahan. Apabila terjadinya perburuan liar dan perdagangan secara terus menerus tanpa dilakukan pemberdayaan maka populasi hewan akan menurun (Heinrich *et al.*, 2021). Berdasarkan penelitian Denzer *et al.* (2020), saat ini terdapat tiga spesies kadal yang

* Alamat korespondensi:

Divisi Anatomi Histologi dan Embriologi, Sekolah
Kedokteran Hewan dan Biomedis, IPB. Jalan Agathis
Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia.
Telp.: +62-8128959620. E-mail: nhdayat@apps.ipb.ac.id.

memiliki sirip layar pada ekornya, yaitu: *H. amboinensis* (tersebar luas dari Ambon, Seram, Sulawesi, Waigeo dan New Guinea), *H. pustulatus* (Filipina) dan *H. weberi* di Halmahera (Ternate, Tidore dan Bacan di Maluku bagian utara).

Soa layar merupakan hewan yang memiliki habitat yang mirip dengan Biawak air (*Varanus salvator*). Hewan ini dapat ditemukan di habitat yang berdekatan dengan air seperti sungai, danau, muara, hutan mangrove, dan sering ditemukan di pepohonan yang mati atau bebatuan yang berada di tepi sungai (Setiadi & Hamidy 2006). Hewan ini juga merupakan salah satu jenis reptil herbivora, pemakan tumbuhan, namun selain itu juga memangsa hewan kecil seperti serangga, tikus dan luing. Hal ini dapat ditunjukkan bahwa *Hydrosaurus* sp. memiliki ciri khas dengan tipe gigi akrodon (Rahmadina, 2020).

Soa layar dan Biawak air berasal dari ordo Squamata yang memiliki kemiripan dalam aktivitas berenang di perairan dan memanjat pepohonan. Kedua aktivitas ini dilakukan berdasarkan kebutuhannya seperti berlindung dari predator, mencari makan, beristirahat, dan berjemur (Bernnett 1995; Achmad *et al.*, 2013; Welton *et al.*, 2014; Denzer *et al.*, 2020). Kadal pada umumnya memiliki perilaku berjemur pada pagi hari untuk menghangatkan tubuhnya dan menyesuaikan tubuhnya dengan lingkungannya (Zen *et al.*, 2021). Biawak air merupakan kadal besar dari genus *Varanus* yang sebagian besar adalah karnivora, memakan telur, reptil yang lebih kecil, ikan, burung dan mamalia kecil, beberapa juga makan buah dan tumbuh-tumbuhan, tergantung di mana biawak ini tinggal (Bauer 1998; Hamid *et al.*, 2018). Secara anatomis biawak air memiliki *syndesmosis* dari *os scapula* yang diduga untuk meningkatkan fleksibilitas pergelangan bahu saat biawak air berenang (Akbar, 2020). Kedua hewan ini memiliki karakteristik skelet ekstremitas dan beberapa fungsi yang mirip, sehingga biawak air dapat digunakan sebagai acuan dalam mempelajari karakteristik morfofungsi skelet kaki Soa layar yang dikaitkan dengan fungsi dan perilakunya.

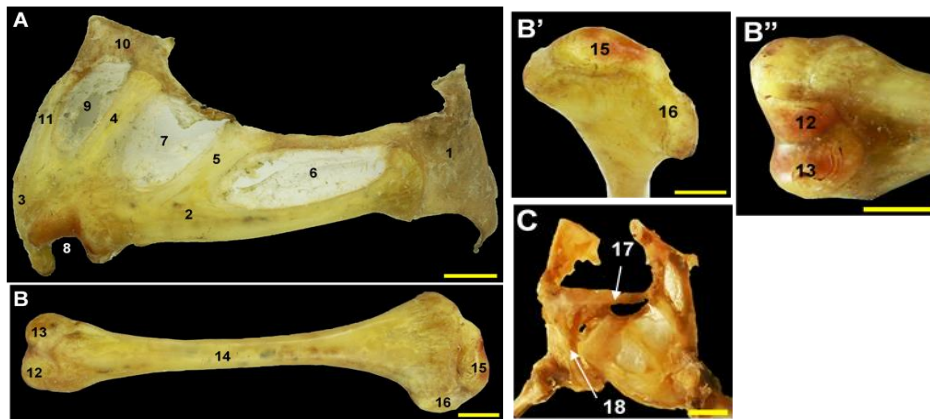
METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Anatomi, Divisi Anatomi, Histologi, dan Embriologi, Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis, Institut Pertanian Bogor. Penelitian berlangsung selama bulan Januari–April 2022.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan mempreparir skelet apendikular Soa layar yang terdiri dari satu set skelet kaki depan dan belakang. Pembersihan dilakukan dengan membuang jaringan otot dan jaringan lainnya yang menempel pada tulang, kemudian tulang direndam ke dalam ember yang berisi cairan formalin 10%. Selanjutnya preparat tulang ditiriskan, dijemur dan dibersihkan lebih lanjut dari jaringan yang menempel pada tulang, kemudian disimpan ke dalam box *styrofoam* dengan menggunakan bahan serap air. Tulang diletakkan di dalam plastik spesimen untuk memisahkan tulang bagian *sinistra* dan *dextra*. Tulang yang telah diproses kemudian diamati dan didokumentasi dengan menggunakan kamera Canon® EOS 700D dan menggunakan *Mobile X-Ray* untuk mengamati keberadaan dari *patella* Soa layar, selanjutnya dianalisis morfofungsi skelet ekstremitas kaki tersebut yang dikaitkan fungsi dan perilaku lokomosi hewan tersebut, serta dibandingkan dengan hewan yang memiliki kehidupan *semi-aquatic* seperti *Varanus salvator*. Unsur-unsur skelet kaki Soa layar diberi nama berdasarkan *Nomina Anatomica Veterinaria* (ICVGAN 2017), dan jurnal lainnya (Otero & Hoyos, 2013; Tinius & Russell, 2014; Fontanarrosa & Abdala, 2016; Regnault *et al.*, 2017). Pengamatan perilaku dilakukan secara langsung menggunakan sampel hidup dan dengan membandingkan video referensi bersumber Youtube dan media sosial lainnya yang menunjukkan perilaku lokomosi dari Soa layar.



Gambar 1. Skelet bahu dan lengan atas kiri Soa layar. A. *Ossa scapulocoracoidea* tampak lateral; B. *Os humerus* tampak dorsal; B'. Inset B tampak mediodistal; B''. Inset B tampak proksimolateral; C. *Os clavícula*, *Os interclavícula*, dan *scapulocoracoidea* tampak dorsolateral. 1. *Suprascapula*, 2. *Os scapula*, 3. *Os coracoidea*, 4. *Processus coracoidea I*, 5. *Processus Scapula*, 6. *Fenestra scapulae*, 7. *Fenestra scapulocoracoidea*, 8. *Fossa glenoidalis*, 9. *Fenestra coracoidea I*, 10. *Epicoracoidea*, 11. *Processus coracoideus II*, 12. *Condylus ulnaris*, 13. *Condylus radialis*, 14. *Corpus humeri*, 15. *Facies articularis proximalis humeri*, 16. *Crista pectoralis*, 17. *Os clavícula*, 18. *Os interclavícula* (bar: 0.5 cm).

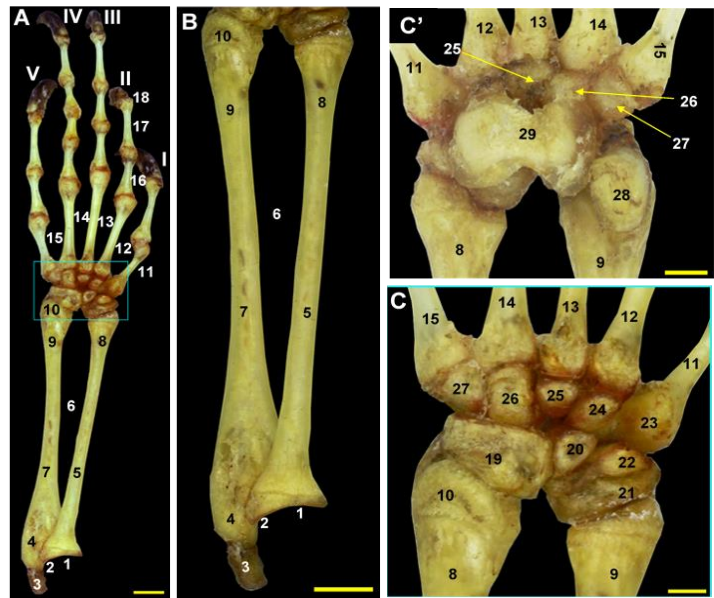
HASIL DAN PEMBAHASAN

Soa layar memiliki struktur skelet ekstremitas yang kokoh dan kompak. Skelet kaki depan kadal ini terdiri dari *os scapula*, *os coracoidea*, *os humerus*, *os radius*, *os ulna*, *ossa carpi*, *ossa metacarpalia* dan *ossa phalanges manus*, sedangkan skelet kaki belakang terdiri dari *os coxae* (*os ilium*, *os pubis*, *os ischii*), *os femoris*, *ossa lunula*, *patella*, *os tibia*, *os fibula*, *ossa tarsi*, *ossa metatarsalia*, dan *ossa phalanges pedis*.

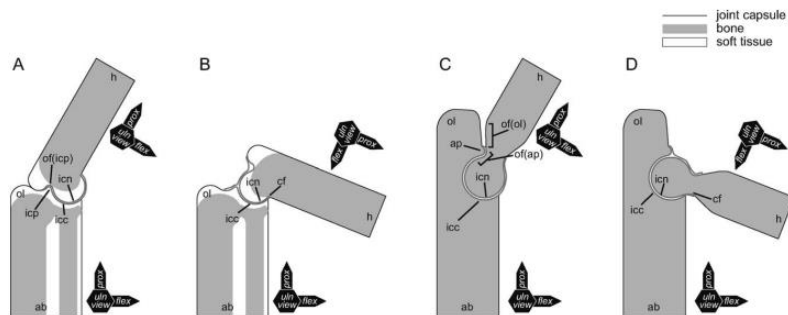
Os scapula Soa layar berbentuk konveks dan terletak di kraniolateral dinding torak. Tulang ini memiliki *fenestra scapulae*, *processus scapula*, dan *suprascapula* pada bagian proksimal. Bagian distal terdapat *os coracoidea* yang terdiri atas *fenestra scapulocoracoidea*, *processus coracoidea I*, *fenestra coracoidea I*, *processus coracoidea II*, *foramen suprascapulae*, *fossa glenoidalis*, dan *epicoracoidea* (Gambar 1A).

Os scapula memiliki bentuk yang telah beradaptasi dengan lengkungan dinding dada (Getty, 1975). Susunan tulang-tulang pergelangan bahu pada kadal tersusun dari *scapula*,

suprascapula, *procoracoidea* et *metacoracoidea*, *cleithrum*, *clavícula*, dan *interclavícula*, dan *sternum* (Tschopp & Mateus, 2013). Soa layar memiliki *os clavícula* yang terletak di kraniodorsal dari *os scapulocoracoidea* dan bersendi dengan *processus scapula* dari *os scapula*, sedangkan *os interclavícula* terletak di kranioventral dari *os scapulocoracoidea* dan bersendi dengan *epicoracoid* sampai ke *os sternum* (Gambar 1C). Kadal merupakan hewan *quadrupedal* yang memiliki *os coracoidea* yang bersendi dengan *os interclavícula* dan *os clavícula*. Soa layar memiliki kedua tulang ini yang bersendi di persendian bahu, seperti pada Komodo (Surahya, 1989), tetapi pada buaya Senyulong hanya ditemukan *os interclavícula* (Puarada, 2017). Manusia dan mamalia *brachiote* memiliki *os clavícula* yang berkembang dengan baik, keberadaan tulang ini berhubungan dengan perilakunya seperti memanjat, *burning* dan menjangkau objek yang jauh (Junior *et al.*, 2020). Hewan ini memiliki *os clavícula* dan *os interclavícula*, diduga berfungsi membantu pergerakan lokomotor kaki depan yang



Gambar 2. Struktur skelet lengan bawah dan telapak kaki depan kiri Soa layar. A. *Ossa radius et ulna, ossa carpi, ossa metacarpalia* dan *ossa phalanges manus* tampak dorsal; B. *Ossa radius et ulna* tampak dorsal; C. Gambaran persendian *ossa radius et ulna, ossa carpi, dan ossa metacarpalia* tampak dorsal; C'. *Ossa carpi* tampak palmar. 1. *Facies articularis proximalis radii*, 2. *Facies articularis proximalis ulnae*, 3. *Patella ulnaris*, 4. *Olecranon*, 5. *Corpus radii*, 6. *Spatium interosseum antebrachii* 7. *Corpus ulnae*, 8. *Os radius*, 9. *Os Ulna*, 10. *Caput ulnae*, 11. *Os metacarpale I*, 12. *Os metacarpale II*, 13. *Os metacarpale III*, 14. *Os metacarpale IV*, 15. *Os metacarpale V*, 16. *Os phalanx proximalis*, 17. *Os phalanx media*, 18. *Os phalanx distalis*, 19. *Os carpi ulnare*, 20. *Os carpi centrale*, 21. *Os carpi intermedius*, 22. *Ossa carpi centrale I et II*, 23. *Os carpale distale I*, 24. *Os carpale distale II*, 25. *Os carpale distale III*, 26. *Os carpale distale IV*, 27. *Os carpale distale V*, 28. *Os pisiforme*, 29. *Os sesamoidea palmaris I*. Digit I, II. Digit II, III. Digit III, IV. Digit IV, V. Digit V (Bar A & B= 0.5 cm; C & C'= 0,2 cm).



Gambar 3. Skema persendian siku (A dan B) buaya dan (C dan D) mamalia. Gambar A dan C menandakan ekstensor maksimum sedangkan B dan D fleksor minimum. ab (*antebrachium*), ap (*processus anconeus*), cf (*fossa coronoidea*), h (*os humerus*), Icp (*processus intercotylaris*), of (*fossa olecranon*), dan ol (*olecranon*) (Fujiwara et al. 2010).

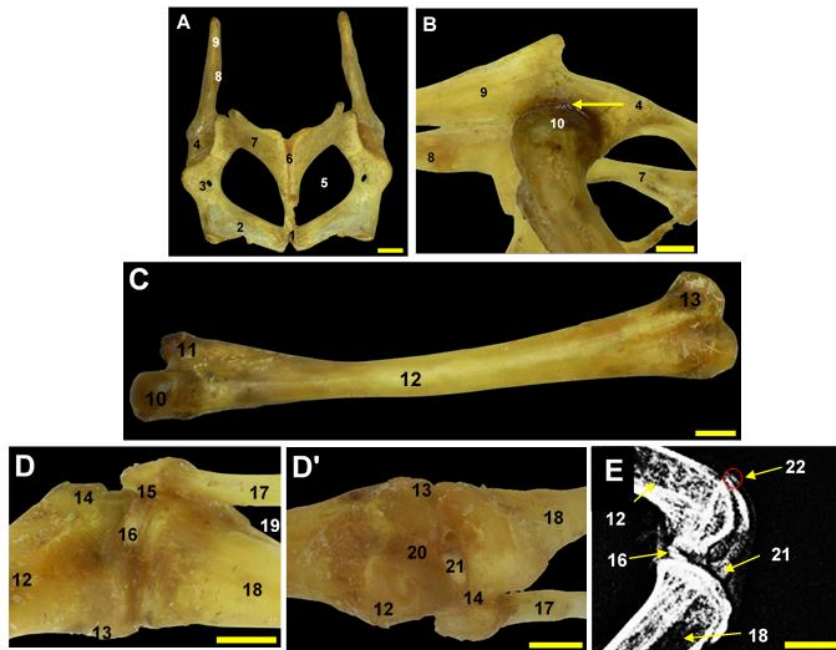
berhubungan dengan perilaku memanjat, berlari, dan berenang.

Pergelangan bahu Soa layar berupa persatuan dari *os scapula* dan *os coracoidea* yang membentuk *scapulocoracoidea* (Gambar 1A), sedangkan pada

biawak air kedua tulang ini dipisahkan oleh sendi *syndesmosis* yang diduga dapat meningkatkan fleksibilitas pergelangan bahu saat biawak air berenang (Akbar, 2020). Struktur pergelangan bahu Soa layar ini diduga berfungsi mendukung pergerakan lokomosi kaki depan dan sebagai penumpu tubuh di bagian depan. Bentuk dan struktur persendian gelang bahu juga mendukung pergerakan reptil dalam membantu meningkatkan panjang langkah tanpa memerlukan pergerakan berlebihan dari persendian bahu dan siku (Jenkins & Goslow, 1983).

Bagian proksimal *os humerus* dari Soa layar memiliki *crista pectoralis* (Gambar 1B), mirip pada biawak air (Purwanto *et al.*, 2014). *Facies articularis proximalis humeri* berbentuk *ellips* tidak beraturan yang bersendi dengan *cavitas glenoidalis* dari *os scapulocoracoidea*. Persendian kedua tulang ini akan mendukung gerakan ekstensor dan flektor *os humerus* yang cukup luas. Menurut Haines

(1953), persendian *os humerus* dan *cavitas glenoidalis* biawak air dihubungkan oleh *ligamentum-ligamentum* yang mampu untuk membatasi pergerakan *os humerus* ke kranial atau ke kaudal. *Ligamentum-ligamentum* yang menghubungkan *cavitas glenoidalis* dan *os humerus* akan mengendur ketika *os humerus* bergerak ke arah caudal, hal ini diduga untuk mendukung aktivitas perilaku berenang pada biawak air (Haines, 1953; Akbar, 2020). Oleh karena itu, bentuk persendian *scapulohumeri* Soa layar ini berkaitan dengan perilaku berenang atau aktivitas *semiaquatic* seperti pada biawak air. Persendian *os scapula* dan *os humerus* memungkinkan gerakan ekstensor, flektor, sedikit pergerakan abduksi, adduksi, dan pergerakan rotasi (Skerritt & Leland 1984). Bagian distal *os humerus* terdapat *condylus ulnaris* dan *condylus radialis* yang bersendi dengan *facies articularis proximalis radii et ulnaris* (Gambar 1B"). Persendian ini diduga lebih utama



Gambar 4. Struktur skelet gelang panggul dan paha kiri Soa layar. A. *Os coxae* tampak ventral; B. *Os coxae* tampak lateral; C. *Os femoris* tampak medial; D. Persendian *femorotibiofibularis* tampak lateral; D'. Persendian *femorotibiofibularis* tampak medial; E. Hasil radiogram *femorotibiofibularis* tampak ventrodorsal (VD). 1. *Symphysis pubis*, 2. *Os pubis*, 3. *Foramen diazonale*, 4. *Acetabulum*, 5. *Foramen puboischadicum*, 6. *Symphysis ischiadica*, 7. *Os ischii*, 8. *Facies articularis ossis ilii*, 9. *Os ilium*, 10. *Caput ossis femoris*, 11. *Trochanter femoris*, 12. *Corpus ossis femoris*, 13. *Condylus medialis*, 14. *Condylus lateralis*, 15. *Facies articularis proximalis fibulae*, 16. *Lunula tibiofemorale*, 17. *Os fibula*, 18. *Os tibia*, 19. *Spatium interosseum cruris*, 20. *Trochlea ossis femoris*, 21. *Lunula tibiale*, 22. Mineralisasi *patella* (Bar = 0,5 cm).

memberikan pergerakan flexor dan ekstensor pada persendian siku.

Ossa radius et ulna memiliki bentuk silindris dan *os ulna* relatif lebih besar dari *os radius*. Bagian proksimal *os ulna* memiliki *olecranon* yang relatif kurang berkembang dan dibagian dorsal *olecranon* terdapat satu tulang *sesamoid* yaitu *os patella ulnaris* (Gambar 2B). Tulang ini merupakan elemen yang termineralisasi dan biasanya digunakan untuk menentukan hubungan filogenik di dalam ordo Squamata (Otero & Hoyos, 2013). *Olecranon* yang relatif kurang berkembang memungkinkan reptil melakukan *extensio* maksimum daerah *brachium* tanpa tertahan oleh *olecranon*, dan pada saat fleksio maksimum, *brachium* dapat berhimpit dengan *antebrachium* (Purwanto *et al.*, 2014).

Berdasarkan skema persendian siku buaya dan mamalia (Gambar 3), Soa layar tidak memiliki *processus intercotylaris* di *os ulna* seperti pada buaya. Hal ini mengindikasikan bahwa persendian siku Soa layar dapat melakukan ekstensi lebih luas dibandingkan pada buaya. Berdasarkan penelitian Fujiwara *et al.* (2010), *processus intercotylaris* merupakan suatu penjurusan dari *os ulna* yang bersendi dengan *fossa olecrani*, sehingga mampu membatasi ekstensi persendian siku. *Ossa radius et ulna* memiliki celah pemisah yaitu *spatium interosseum antebrachii* yang relatif panjang (Gambar 2B). Hal ini memungkinkan terjadinya pergerakan *supinatio* dan *pronatio* lebih bebas. Semakin luas celah antara kedua tulang tersebut, maka semakin leluasa pula melakukan gerakan *supinatio* dan *pronatio* (Dyce *et al.*, 2010). Gerakan tersebut merupakan gerakan yang penting bagi Soa layar dalam melakukan aktivitasnya seperti memanjat, berlari, berjalan, berenang dan aktivitas lainnya.

Soa layar memiliki sepuluh *ossa carpi* yang tersusun menjadi dua baris yaitu baris proksimal dan baris distal (Gambar 2C). Pergelangan kaki depan dibentuk oleh *ossa carpi* yang fleksibel karena berperan besar dalam gerak rotasi, fleksi, dan ekstensi dari sendi pergelangan kaki depan dengan *os carpi centrale* dan *os carpale III* yang menjadi pusat aksis rotasi sendi ini (Fontanarrosa

& Abdala, 2016; Akbar, 2020). Bagian palmar dari *ossa carpi* terdapat sebuah tulang berbentuk persegi panjang tidak beraturan yaitu *os sesamoidea palmaris* (Gambar 2C'). Berdasarkan penelitian Sustaita *et al.* (2013), keberadaan *os sesamoidea palmaris* dapat membatasi aktivitas menggenggam dan gerakan jari (*Power grip*). *Os sesamoidea palmaris* pada berbagai reptil memiliki ukuran yang berbeda kecuali ordo Gekkonidae tidak memiliki tulang ini (Fontanarrosa & Abdala, 2016). Soa layar memiliki *os sesamoidea palmaris* berukuran sedang, sehingga diduga bahwa Soa layar masih memiliki kemampuan menggenggam dan menggunakan jari dalam aktivitasnya, seperti memanjat bebatuan atau pepohonan.

Os coxae terdiri atas *os ilium*, *os pubis*, dan *os ischi*. *Os ilium* merupakan tulang yang paling besar dan bersendi dengan *os sacrum* (Colville & Bassert 2002). Ketiga tulang ini bertemu dan membentuk lekuk *acetabulum*. Lekuk ini bersendi dengan *caput ossis femoris*, dan pada Soa layar berbentuk lingkaran yang relatif luas (Gambar 4A; 4B). Berdasarkan penelitian Rooney (2018), bahwa *acetabulum* yang relatif lebih luas ditemukan pada reptil *semiaquatic* karena memiliki struktur yang lebih stabil ketika membawa beban dari ekornya yang relative berotot selama pergerakan di darat. Selain itu, keberadaan *acetabulum* yang relatif luas ini diduga berfungsi mendukung pergerakan kaki belakang dalam aktivitas berenang sebagai pendorong selain ekor.

Soa layar memiliki *os femoris* berbentuk silindris seperti "*stick golf*". Panjang *os femoris* berhubungan dengan jarak langkahnya karena semakin panjang *os femoris*, maka semakin jauh langkah yang dihasilkan (Rawcastle, 1983). Di proksimal tulang ini ada *caput ossis femoris* yang bersendi dengan *acetabulum* dan *trochanter femoris* yang terletak di sisi lateral dan berukuran relatif besar (Gambar 4B). Menurut Rawcastle (1983), *trochanter femoris* merupakan tempat insertio dari *musculus caudifemoralis longus* yang berdekatan dengan persendian panggul, sehingga kontraksi otot ini menghasilkan rotasi relatif luas dan retraksi persendian panggul. Pada *os femoris* Soa

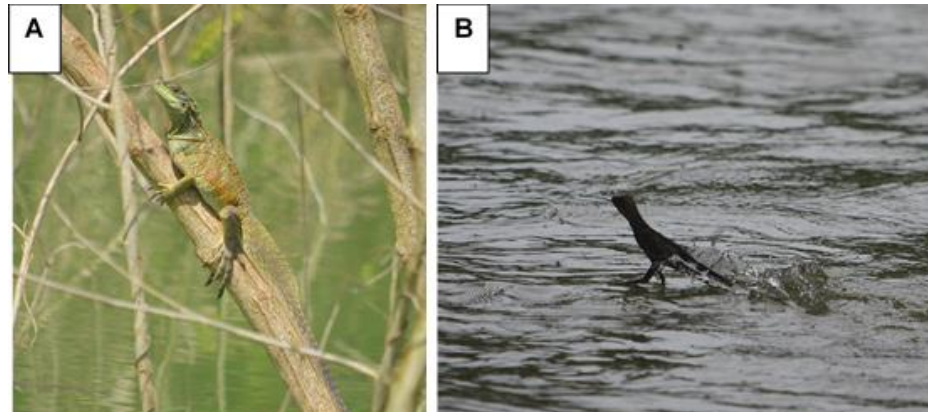
layar bagian distal terdapat *trochlea ossis femoris* yang relatif dangkal, mirip pada biawak air (Purwanto *et al.*, 2014). Pada persendian *femorotibiofibularis* memiliki dua tulang *sesamoidea* yaitu *os lunula tibiale* dan *os lunula tibiofemoralis* (Gambar 4 D & D'). Keberadaan *sesamoidea* ini digunakan untuk menentukan hubungan filogenik dari *squamata* dan *lepidosaurus* (Regnault *et al.*, 2017). Soa layar memiliki *patella* yang termineralisasi di dorsal tendo persendian lutut. *Patella* ini dapat diamati dengan menggunakan X-ray di dorsal persendian *femorotibiofibularis* (Gambar 4E). Berdasarkan penelitian Regnault *et al.*, (2017), bahwa adanya *patella* pada *Hydrosaurus pustulatus* terjadi secara kalsifikasi di tendon, ditandai dengan adanya sel kondrosit pada preparat histologis. *Hydrosaurus pustulatus* dan *Hydrosaurus amboinensis* berasal dari genus yang sama, sehingga diduga memiliki struktur yang mirip berdasarkan taksonomi dan perilakunya.

Soa layar memiliki *ossa tibia et fibula* berbentuk silindris dan dipisahkan oleh *spatium interosseum cruris* yang panjang (Gambar 5B). Luasnya *spatium interosseum cruris* memungkinkan terjadinya gerakan *supinatio* dan *pronatio* (Dyce *et al.*, 2010). Di distal tulang ini bersendi dengan *os astragalocalcaneus* yang diduga memberikan pergerakan flexor dan ekstensor yang cukup luas, seperti pada biawak air (Purwanto *et al.*, 2014).

Ossa tarsi Soa layar terdiri atas dua baris yaitu baris proksimal dan baris distal (Gambar 5 C). Di baris proksimal terdapat *os astragalus* dan *os calcaneus* yang bersatu menjadi *os astragalocalcaneus*, tulang ini tidak memiliki batas pemisah seperti pada biawak air (Purwanto *et al.*, 2014). *Ossa tarsi* yang berukuran besar adalah *os talus* dan *os calcaneus* (Colville & Bassert, 2002). *Os astragalocalcaneus* bersendi dengan *os tarsi centrale* yang dapat memberikan gerakan fleksor dan ekstensor pergelangan kaki belakang.



Gambar 5. Skelet kaki bawah dan telapak kaki belakang kiri Soa layar. A. Struktur *ossa tibia et fibula* dan persendian daerah digit kiri tampak dorsal, B. *Ossa tibia et fibula* tampak dorsal; C. Inset A: Persendian *tarsus* tampak dorsal; C'. *Ossa tarsi* tampak ventral. 1. *Corpus fibulae*, 2. *Spatium interosseum cruris*, 3. *Corpus tibiae*, 4. *Os calcaneus*, 5. *Os astragalus*, 6. *Ossa tarsi distale IV et V*, 7. *Os tarsi centrale*, 8. *Os tarsale distale III*, 9. *Os metatarsale I*, 10. *Os metatarsale II*, 11. *Os metatarsale III*, 12. *Os metatarsale IV*, 13. *Os metatarsale V*, 14. *Os phalanx proximalis*, 15. *Os phalanx media*, 16. *Os phalanx distalis*, 17. *Facies articularis proximalis fibulae*, 18. *Facies articularis proximalis tibiae*, 19. *Facies articularis distalis fibulae*, 20. *Facies articularis distalis tibiae*. I. Digit I, II. Digit II, III. Digit III, IV. Digit IV, V. Digit V (Bar = 0.5 cm).



Gambar 6. Soa layar di habitat. A. Soa layar betina berjemur di pepohonan, B. Soa layar *juvenile* berlari di atas air (Sumber foto: Ligar S. Risjony).

Soa layar memiliki *ossa metacarpalia* dan *ossa metatarsalia* berbentuk silindris, *ossa metatarsalia* relatif lebih panjang dari *ossa metacarpalia*. *Musculus gastrocnemius* berinsertio pada *os metatarsale V*, kontraksi otot ini memberikan pergerakan ekstensor pada persendian metatarsal dan menggerakkan digit ke lima saja, sedangkan digit lainnya akan tetap ditempatnya (Lee, 1997). Di baris distal, bersendi dengan *ossa phalanges manus et pedis*. Persendian ini memungkinkan pergerakan ekstensor dan fleksor yang luas di daerah digit, tetapi pada persendian jari kaki depan ditemukan *os sesamoidea palmaris*, diduga dapat mengurangi pergerakan digit (Sustaita *et al.*, 2013). Soa layar memiliki lima buah digit di kaki depan dan belakang, setiap digit terdiri dari *os phalanx proximalis*, *os phalanx media*, dan *os phalanx distalis* (Gambar 5A). Digit IV dan V masing-masing memiliki tiga dan dua buah *phalanx media*. Berdasarkan penelitian Purwanto *et al.* (2014), perbedaan struktur kaki depan dan belakang adalah ukuran tulang-tulang penyusunnya. Digit kaki belakang memiliki ukuran yang lebih panjang dibandingkan pada kaki depan, sehingga struktur kaki ini berkaitan dengan perilaku memanjat dan aktivitas lain yang memerlukan struktur jari yang relatif panjang.

Kaki depan dan kaki belakang Soa layar dilengkapi dengan cakar pada setiap digitnya (Gambar 2A; 5A; 6A). Kemampuan memanjat

pada kadal dibantu oleh cakar untuk mencengkram ketika memanjat dan turun dari pepohonan (Bernnett, 1995; Zani, 1999). Perilaku memanjat pada komodo muda menggunakan cakar untuk mencengkram pepohonan dan membutuhkan *musculus pectoralis* yang kuat untuk menarik tubuh ke atas pohon (Akbar, 2020). Soa layar memiliki aktivitas memanjat untuk menghindari serangan predator dan pemburu liar, dengan adanya kuku yang cukup besar, sehingga dapat diduga aktivitas *arboreal* pada Soa layar bukan aktivitas utamanya.

Menurut Luke (1986), *Basiliscus* sp. dan *Hydrosaurus* sp. memiliki kemiripan morfologi kaki belakang berupa serangkaian sisik di pinggiran jari kakinya. *Basiliscus* sp. merupakan kadal yang memiliki kemampuan berlari di atas air yang dibantu oleh sisik yang ada di pinggiran jari kaki belakang dan lokomotor penyusun kaki belakang (Hsieh, 2003). Soa layar memiliki morfologi kaki belakang yang mirip dengan Basilisk, tetapi perilaku berlari di atas air tidak teramati pada Soa layar. Menurut Hsieh (2003), kemampuan berlari pada Basilisk dapat dipengaruhi oleh panjang dan massa tubuh hewan, apabila ukuran hewan semakin besar maka kemampuan ini semakin menurun. Soa layar memiliki ukuran dan massa tubuh yang relatif lebih besar dari Basilisk, sehingga Soa layar dewasa tidak memperlihatkan perilaku berjalan di

atas air. Perilaku ini diduga sering terjadi pada Soa layar muda yang memiliki ukuran tubuh yang relatif lebih kecil.

Soa layar memiliki struktur skelet kaki depan dan kaki belakang yang kompak dan dilengkapi beberapa *os sesamoidea*. Hal ini mendukung aktivitasnya seperti berlari, berdiri, berenang, berjalan di atas air dan bertahan hidup pada habitatnya. Pada bagian digit, hewan ini memiliki struktur jari yang relatif panjang yang dilengkapi cakar yang kuat, sehingga mendukung aktivitas Soa layar dalam memanjat pepohonan dan bebatuan.

KESIMPULAN

Struktur skelet kaki depan dan kaki belakang Soa layar tersusun secara kokoh. Kaki depan Soa layar terdiri atas *os clavícula* dan *os interclavícula* yang terletak di kranial *os scapulocoracoidea* yang berbentuk konveks, di persendian *humeroulnaris* ditemukan *os patella ulnaris*, dan *ossa radius et ulna* memiliki *spatium interosseum antebrachii* relatif panjang. Pada kaki belakang, *os coxae* memiliki acetabulum relatif luas, *os femoris* memiliki dua buah *os lunula* dan mineralisasi *patella* di persendian *femorotibiofibularis*, dan *ossa tibia et fibula* memiliki *spatium interosseum cruris* yang relatif panjang. Di palmar *ossa carpi* ditemukan *os sesamoidea palmaris*, sedangkan *ossa tarsi* memiliki *os astragalus* dan *os calcaneus* yang bersatu menjadi *os astragalocalcaneus*. *Skeleton manus* dan *pedis* memiliki struktur yang hampir mirip, tetapi ukuran *skeleton pedis* relatif panjang dan memiliki jumlah *os phalanx media* yang berbeda. Struktur apendikular Soa layar memungkinkan melakukan gerakan berjalan, berlari, memanjat, berlari di atas air dan berenang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Alvin Valgar Novarino yang telah memberikan cadaver Soa layar, dan Ligar Sonagar Risjony memberikan

foto Soa layar di habitatnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, A., P.O. Ngakan, A. Umar, dan Asrianny. 2013. Potensi keanekaragaman satwa liar untuk pengembangan ekowisata di laboratorium lapangan konservasi sumber daya hutan dan ekowisata hutan pendidikan UNHAS. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. 2(2): 79-92. DOI:10.18330/jwallacea.2013.vol2iss2pp79-92.
- Akbar, M.F. 2020. Komparasi karakteristik anatomi skelet ekstremitas kaki depan komodo (*Varanus komodoensis*) dengan biawak air (*Varanus salvator*). [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bernnett, D. 1995. *A Little Book of Monitor Lizards*. British (GB): Viper Press.
- Bauer, A.M. 1998. *Encyclopedia of Reptiles and Amphibians*. ed. Cogger, H.G., Zweifel, R.G. San Diego. Academic Press.
- Catalogue of Life [COL]. 2020. Classifications for *Hydrosaurus amboinensis*. [Diakses 05 Mei 2020]. Tersedia pada: <https://www.catalogueoflife.org/data/taxon/6MLC>.
- Colville, T., and J.M. Bassert. 2002. *Clinical anatomy and physiology for veterinary technicians*. Mosby. Philadelphia. pp: 95-118.
- Denzer, W., P. Campbell, U. Mathey, A.G. Trobisch, and A. Koch. 2020. Dragons in neglect: Taxonomic revision of the Sulawesi sailfin lizards of the genus *Hydrosaurus* Kaup, 1828 (*Squamata, Agamidae*). *Zootaxa*. 4747(2): 275-301. DOI:10.11646/zootaxa.4747.2.3.
- Dyce, K.M., W.O. Sack, and C.J.G. Wensing. 2010. *Textbook of veterinary anatomy*. 4th Ed. WB Saunders. Philadelphia.
- Fujiwara, S., H. Taru, and D. Suzuki. 2010. Shape of articular surface of Crocodylian (*Archosauria*) elbow joints and its relevance to Sauropsids. *Journal of Morphology*. 271(7): 883-896.
- Fontanarrosa, G., and V. Abdala. 2016. Bone indicators of grasping hands in lizards. *PeerJ* 4: e1978. DOI: 10.7717/peerj.1978.
- Getty, R. 1975. *Sisson and grossman: Anatomy of the domestic animal*. 5th Ed. W.B. Saunders. Philadelphia.
- Haines. 1953. The shoulder joint of lizard and the primitive reptilian shoulder mechanism. *Journal of Anatomy*. 86(4): 412-422.
- Hamid, I.S., E.B. Aksono, M. Sukmanadi, and M.T.E. Purnama. 2018. Antiangiogenesis activity test of tin leaf (*Ficus carica* L.) on the number of blood vessels and VEGF expression of chorioallantoic membrane of embryonated chicken eggs. *European Journal of Oncology Pharmacy*. 1(4): e00007.
- Heinrich S., A. Toomes, and J. Janssen. 2021. Legal or unenforceable? Violations of trade regulations and the case of the Philippine Sailfin Lizard *Hydrosaurus*

- pustulatus* (Reptilia: Squamata: Agamidae). *Journal of Threatened Taxa*. 13(6): 18532-18543.
- Hsieh, S.T. 2003. Three-dimensional hindlimb kinematics of water running in the plumed basilisk lizard (*Basiliscus plumifrons*). *The Journal of Experimental Biology*. 206(23): 4363-4377.
- International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature [ICVGAN]. 2017. *Nomina Anatomica Veterinaria*. 6th Ed. Editorial Committee of WAVA. Hannover.
- International Union for the Conservation of Nature and Natural Resource [IUCN]. 2019. *Pongo pygmaeus, Bornean Orangutan*. [internet]. [diunduh 14 Jan 2020]. Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T17975A17966347.en>.
- Jenkins, F.A., and G.E. Goslow. 1983. The functional anatomy of the shoulder of the savannah monitor lizard (*Varanus exanthematicus*). *Journal of Morphology*. 175(2): 195-216.
- Junior, P.D.S., W.V. Souza, V.P. Mendes, F.C.S. Bernardes, B.L.D. Anjos, M.A. Figueiredo, and A.L.Q. Santos. 2020. Clavicle in carnivorans: A forgotten bone. *The Anatomical Record*. 303(7): 1831-1841. DOI: 10.1002/ar.24294.
- Lee, M.S.Y. 1997. The evolution of the reptilian hindfoot and the homology of the hooked fifth metatarsal. *Journal of Evolutionary Biology*. 10(1997): 253-263.
- Luke, C. 1986. Convergent evolution of lizard toe fringes. *Biological Journal of the Linnean Society*. 27: 1-16.
- Otero, T., and J.M. Hoyos. 2013. Sesamoid elements in lizards. *Herpetological Journal*. 23(2): 105-114.
- Priyanto, P., R. Rahmi, dan D. Antarsyah. 2020. Keanekaragaman jenis reptilia di Kecamatan Seginin Kabupaten Bengkulu Selatan. *SIMBIOSA*. 9 (2): 90-96.
- Puarada, A.R.R. 2017. Karakteristik anatomi skelet apendikular buaya senyulong (*Tomistoma schlegelii*). [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Purwanto. E., Nurhidayat, and S. Novelina. 2014. Morphological characteristics of extremity skeleton of water monitor lizard (*Varanus salvator*). *Proceeding of the 3rd Joint International Meeting*. Bogor, Indonesia. 13 - 15 October 2014. pp: 71-72.
- Rahmadina. 2020. Modul ajar taksonomi veteriner [Tesis]. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Rawcastle, S.C. 1983. Fundamental adaptations in the lacertilian hind limb: A partial analysis of the sprawling limb posture and gait. *Copeia*. 1983(2): 476-487. DOI: <https://doi.org/10.2307/1444393>.
- Regnault, S., J.R. Hutchinson, and M.E.H. Jones. 2017. Sesamoid bones in tuatara (*Sphenodon punctatus*) investigated with X-ray microtomography, and implications for sesamoid evolution in Lepidosauria. *Journal of Morphology*. 278(1): 62-72. DOI: 10.1002/jmor.20619.
- Rooney, L. 2018. Postcranial morphology and the locomotor adaptations of extant and extinct crocodylomorphs and lepidosaurs. [Thesis]. East Tennessee State University. Johnson City, USA.
- Setiadi, M.I., dan A. Hamidy. 2006. *Jenis-jenis herpetofauna di Halmahera*. PISP UI dan LIPI. Jakarta.
- Skerritt, G.C., and J.M. Lelland. 1984. *An introduction to the functional anatomy of the limbs of the domestic animals*. John Wright & Sons. England.
- Surahya, S. 1989. *Komodo studi anatomi dan kedudukannya dalam sistematik hewan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sustaita, D., E. Pouydebat, A. Manzano, F. Abdala, F. Hertel, A. Herrel. 2013. Getting a grip on tetrapod grasping: form, function, and evolution. *Biological Review*. 88(2): 380-405. DOI: 10.1111/brv.12010.
- Tinius, A., and A.P. Russel. 2014. Geometric morphometric analysis of the breast-shoulder apparatus of lizards: A test case using Jamaican Anoles (Squamata: *Dactyloidae*). *The Anatomical Record*. 297(3): 410-432.
- Tschopp, E., and O. Mateus. 2013. Clavicles, interclavicles, gastralia, and sternal ribs in sauropod dinosaurs: new reports from Diplodocidae and their morphological, functional and evolutionary implications. *Journal of Anatomy*. 222(3): 321 - 340. DOI: 10.1111/joa.12012.
- Welton, L.J., L.T. Scott, D.S. Cameron, and M.B. Rafe. 2014. Integrative taxonomy and phylogeny-based species delimitation of Philippine water monitor lizards (*Varanus salvator* Complex) with descriptions of two new cryptic species. *Zootaxa*. 23881(3): 201-227.
- World Wildlife Fund Indonesia, Kehutanan. 2007. Indonesia. [Internet] [Diakses 11 agustus 2015]. Tersedia pada: <http://www.wwf.or.id/>. tentang_wwf/upaya_kami/forest_spesies/tentang_forest_spesieskehutanan/.
- Zani, P.A. 1999. The comparative evolution of lizard claw and toe morphology and clinging performance. *Journal of Evolutionary Biology*. 13(2000): 316-325.
- Zen, S., W.A. Pramono, Z. Abrori, W.S. Sulistiani, A. Sutanto, dan H. Widowati. 2021. Bunglon surai. Lampung (ID): CV. Laduny Alifatama.